FLAVIO RUSSO

VENTIMILA ANNI SOTTO I MARI

L'EPOPEA DELL'UOMO NEL CONTINENTE AZZURRO

FLAVIO RUSSO

VENTIMILA ANNI SOTTO I MARI

L'EPOPEA DELL'UOMO NEL CONTINENTE AZZURRO

STATO MAGGIORE DELLA DIFESA

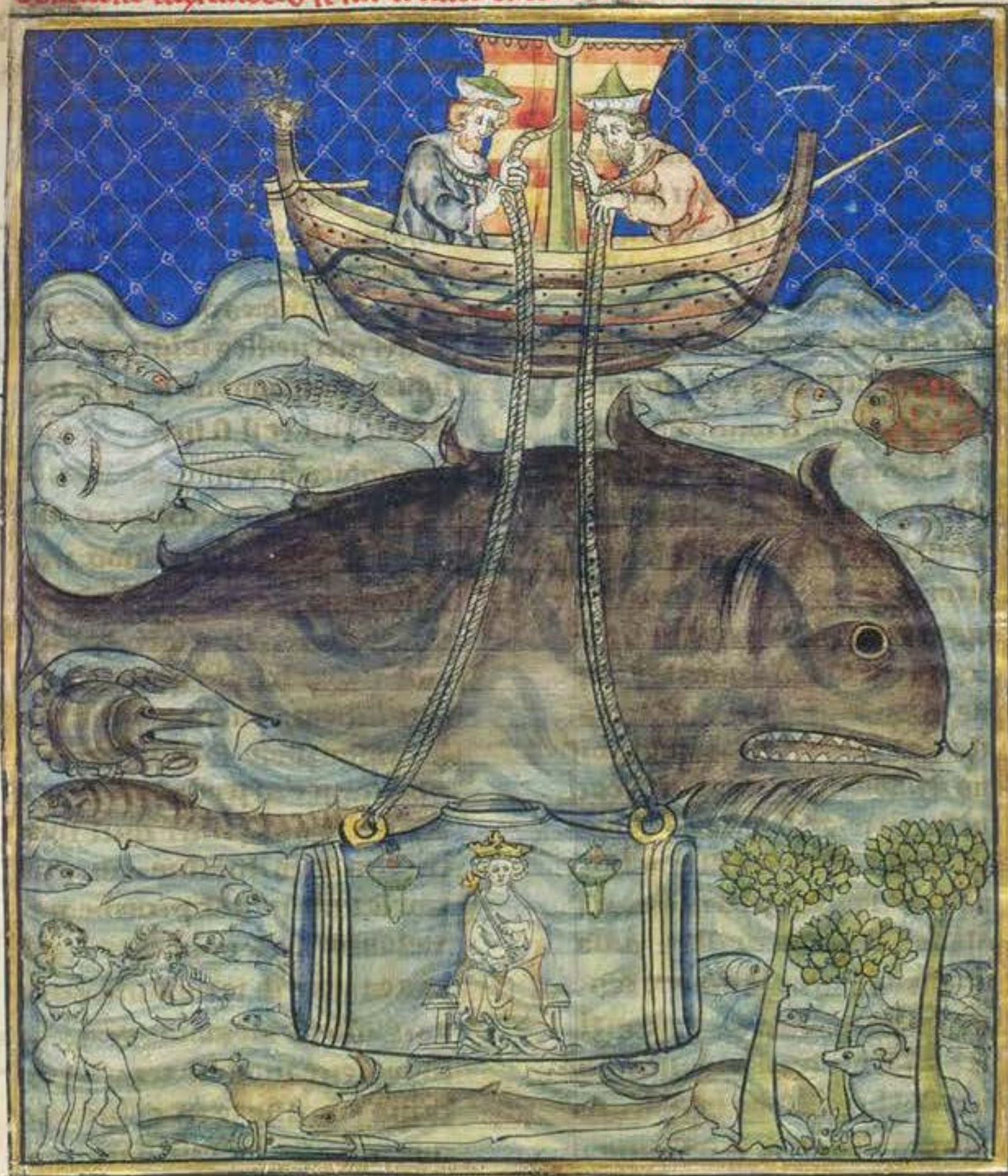
PRESENTAZIONE

Parafrasando il titolo di un noto romanzo di Jules Verne, che si dipana in un viaggio sottomarino lungo 20.000 leghe, l'autore ha immaginato un analogo itinerario cronologico protrattosi per gli oltre 20.000 anni nel corso dei quali si evolse la conquista umana delle profondità marine. Tappe fondamentali della vicenda furono l'affrancamento progressivo dai suoi due più rigidi limiti ambientali: la mancanza d'aria e la morsa della pressione.

Un percorso, questo, di enorme importanza, visto che il mare copre i due terzi della superficie terrestre e l'aria la sua totalità. E tali ambiti, con la loro fauna, incentivarono l'uomo, sin dagli albori della preistoria, a immergersi nel primo tentando di emulare i pesci e a sollevarsi nella seconda cercando di imitare gli uccelli. Ma scendere sotto le onde o sollevarsi sopra le nuvole restò a lungo una mera utopia, sebbene i nostri lontani antenati già riuscissero a intraprendere ampi viaggi grazie al mare. Un tuffo e due sole bracciate nell'azzurro universo costituirono un modestissimo assaggio di quanto sarebbe stata attraente una prolungata e più profonda immersione, come del resto un vertiginoso salto suggeriva l'ebbrezza del volo. Del tutto impossibile, purtroppo, prolungare entrambe le esperienze per cui ben presto risultò indiscutibile che imitare pesci e uccelli avrebbe potuto avvenire solo disponendo di adeguate 'protesi' tecnologiche, dalle ali posticce alle sacche di aria, ingenui espedienti che però col tempo lentamente acquisirono concretezza.

A spingere maggiormente verso i fondali marini, piuttosto che verso la volta celeste, giocarono i supposti tesori celati e gelosamente custoditi sui fondali, fossero il carico di navi naufragate o fossero ricchezze naturali quali perle, coralli, bisso e minerali vari. Per potersene appropriare in maniera remunerativa occorreva, tuttavia, incrementare la durata delle immersioni e la loro profondità. Non estraneo alla sfida, anzi forse rappresentandone la sua più potente spinta, fu anche l'interesse militare, con i suoi suggestivi scenari di guerra insidiosa, temibile antitesi alla guerra sulla superfice del mare condotta da flotte di anno in anno più numerose e potenti.

Il taglio delle gomene delle ancore costituì la prima manifestazione della nuova attività bellica subacquea, alla quale fecero seguito gli sfondamenti delle carene e la reiterata violazione dei blocchi navali. Quanto alle soluzioni escogitate per restare più a lungo sott'acqua si andò da un antesignano *snorkel*, una cannuccia cava fatta sporgere sul pelo dell'acqua, a un otre d'aria, forse sull'esempio di un singolare ragno

Coment alyxandres se fist avaler en la mer ou tonnel de voirre.

acquatico, che garantivano rispettivamente di restare a lungo nascosti nell'acqua o pochi minuti più in basso. L'otre caprino rigonfio anticipò le moderne bombole e la sua deformazione provocata dalla pressione dell'acqua, il secondo stadio di un attuale erogatore di un autorespiratore subacqueo.

Non bastando l'impiego a mo' di campana di otri e grossi vasi bronzo, a loro volta precursori del casco da palombaro, fu presto chiaro che occorreva racchiudere l'intero corpo in una sorta di esoscheletro impermeabile, trasformando l'uomo in uno scafo: *skaphe andros*! Dispositivo che da personale si adattò presto a gruppi di avventurosi che andranno di lì a breve a formare gli equipaggi di quelle strane macchine capaci di affondare e riemergere. Tra le più remote e leggendarie esperienze la campana nella quale si immerse Alessandro Magno, forse concepita da Aristotele, e i tanti velleitari sommergibili spesso trasformatisi in bare per i loro ardimentosi sperimentatori. Fu solo con la scoperta dell'elettricità che le deficienze del sommergibile trovarono corretta soluzione avvantaggiandosi, quasi a conferma della stretta affinità con l'aereo, dell'elica per la propulsione e degli impennaggi, ovvero di timoni di direzione e di quota.

L'avvento della propulsione nucleare affrancò definitivamente dalla necessità di emergere per respirare come i grandi cetacei. La permanenza a tempo indeterminato sui fondali era a quel punti conseguita, lasciando ancora per inevasa quella della discesa alle massime profondità che solo nel secondo dopoguerra con più coriacei batiscafi finalmente trovò attuazione, ponendo sempre più in là il confine della sfida umana alle profondità marine.

Col. Massimo BETTINI

Capo Ufficio Storico
dello Stato Maggiore Difesa[*]

Nella pagina a fianco:
miniatura tratta dal codice Histoire du bon roi Alexandre, 1320 ca., Kupferstichkabinett Staatliches Museum, Berlino.

[*] Già Presidente CISM, rappresentante della Difesa per la storia militare nei consessi nazionali e internazionali. In applicazione del D. L. n. 95 del 6 luglio 2012, convertito in legge dall'art. 1, comma 1, L. 7 agosto 2012, n.135 l'Ufficio Storico dello SMD sostituisce la CISM in tutte le sue funzioni e attribuzioni, senza soluzione di continuità, quale unica legale istituzionalità rappresentativa a livello nazionale ed internazionale.

PARTE PRIMA

TRACCE STORICHE

Premessa

L'acqua copre i due terzi del pianeta e racchiude al suo interno risorse alimentari e minerarie di gran lunga superiori a quelle terrestri, potenzialità di cui, pur essendo l'uomo sin dalla più remota antichità perfettamente consapevole e non disponendo di adeguati mezzi ne sfruttò una infima frazione. Come se non bastasse, la stragrande maggioranza di quelle ricchezze non si rinviene sulla sua superficie, che grazie a qualche fortuita osservazione sul galleggiamento dei tronchi d'albero presto si imparò a solcare, ma al di sotto, da pochi metri in giù, ambiente drasticamente precluso-gli per la mancanza di aria. Limite a lungo insormontabile ma non per questo lasciato del tutto inviolato.

La constatazione che fosse possibile nuotare anche sott'acqua, sia pure trattenendo il respiro e restando ad appena pochi metri di profondità, fu senza dubbio contemporanea alla stessa pratica del nuoto. Non si trattò di una naturale risposta a uno stimolo ludico, ma piuttosto di una esigenza connessa a vario titolo con la pesca, con la navigazione a partire dalle più rudimentali piroghe, e soprattutto col recupero di funi impigliate o di qualche oggetto caduto sul fondo. Né mancò il piacere di gettarsi a capofitto da una piccola altura in quel liquido elemento senza riportarne alcuna conseguenza, prassi suicida se effettuata in terra. Lo stimolo, almeno in questo caso, potrebbe ravvisarsi nella facoltà di raggiungere in pochi istanti profondità altrimenti inaccessibili: certamente un analogo risultato si sarebbe potuto conseguire anche vincolandosi a una grossa pietra, ma l'operazione sarebbe comunque risultata più faticosa, lenta e complessa, quasi antitetica alla naturalezza del tuffo, che non a caso assurgerà più tardi a emblema stesso del salto dalla vita terrena a quella dell'ultratomba!

In brevissimo tempo, per le anzidette ragioni, l'immergersi diede origine ad altrettante attività sistematiche e complementari, a partire dal basilare approvvigionamento del cibo, per poi maturare un più ampio sistema di sostentamento economico. Mettendo a frutto le capacità nel frattempo attinte si riuscì a estrarre dall'acqua risorse facilmente scambiabili, quali il pesce, le conchiglie, le perle, il corallo e, in epoche meno arcaiche, persino noduli metallici e, per finire, agli attuali idrocarburi.

Nella pagina a fianco: *la Terra vista dallo spazio: ben evidente la preponderanza della superficie marina.*
Sotto: *un ramo di* Corallium Rubrum, *da cui si ottiene il corallo ornamentale.*

A partire dal secondo millennio a.C., inoltre, le fonti certificano che l'attività subacquea si affiancò alle operazioni belliche navali, difensive e offensive, attività caratterizzata costantemente da una sua peculiare connotazione insidiosa derivante dal poter restare celati sotto il pelo dell'acqua, dolce o salata che fosse. E dal momento che la guerra sul mare è combattuta piuttosto contro i mezzi che contro gli uomini nemici[1], e che scopo degli scontri è perciò mandare a fondo il naviglio nemico, non stupisce che l'offesa tentò spesso di conseguire tale risultato agendo nascosti dai flutti. Come pure che altrettanto spesso fu tentato il recupero di quanto affondato, immergendosi fin quasi ai limiti delle possibilità fisiologiche. Volendo, in definitiva, giustificare la più stringente motivazione tattica allo sviluppo dell'attività subacquea, basterà ricordare quanto scriveva nel 1943 Nicholas John Spykman (1893-1943):

> *l'arma tedesca di maggior successo contro le nostre forze aeree non è il veloce Messerchmitt o il potente Junker ma il lento sommergibile che affonda le nostre petroliere nella loro rotta dai porti del Golfo del Messico ai lontani campi di battaglia...*[2]

Diversamente dagli U-boot, quel criterio era remoto, potendo anche singoli sommozzatori danneggiare seriamente le maestose triremi, e non di rado provocarne l'affondamento recidendone gli ormeggi. Espediente spesso utilizzato soprattutto contro le imbarcazioni scaglionate per blocchi navali[3], o riparatesi nelle insenature nel corso di operazioni anfibie[4]. Per molti aspetti si potrebbe considerare la rivincita dell'umile subacqueo contro lo strapotere delle navi, variante marina dell'impari duello fra un invisibile Davide e i vistosi Golia, destinati però, come il biblico colosso, a soccombere ai sottovaluti insulti. Prassi che, come vedremo successivamente, gli incursori subacquei italiani portarono ai massimi esiti, rendendo inutilizzabili due poderose navi da battaglia britanniche.

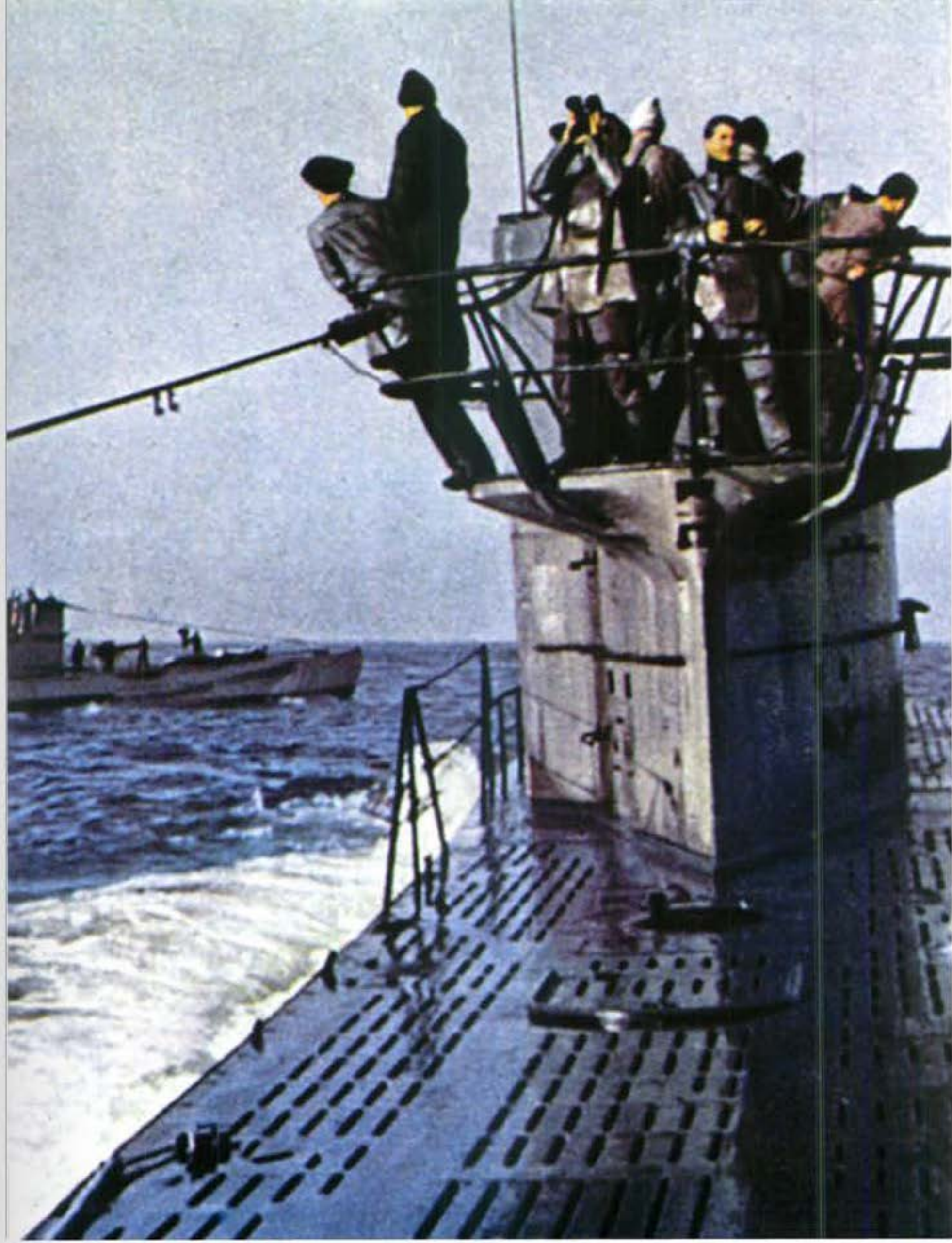
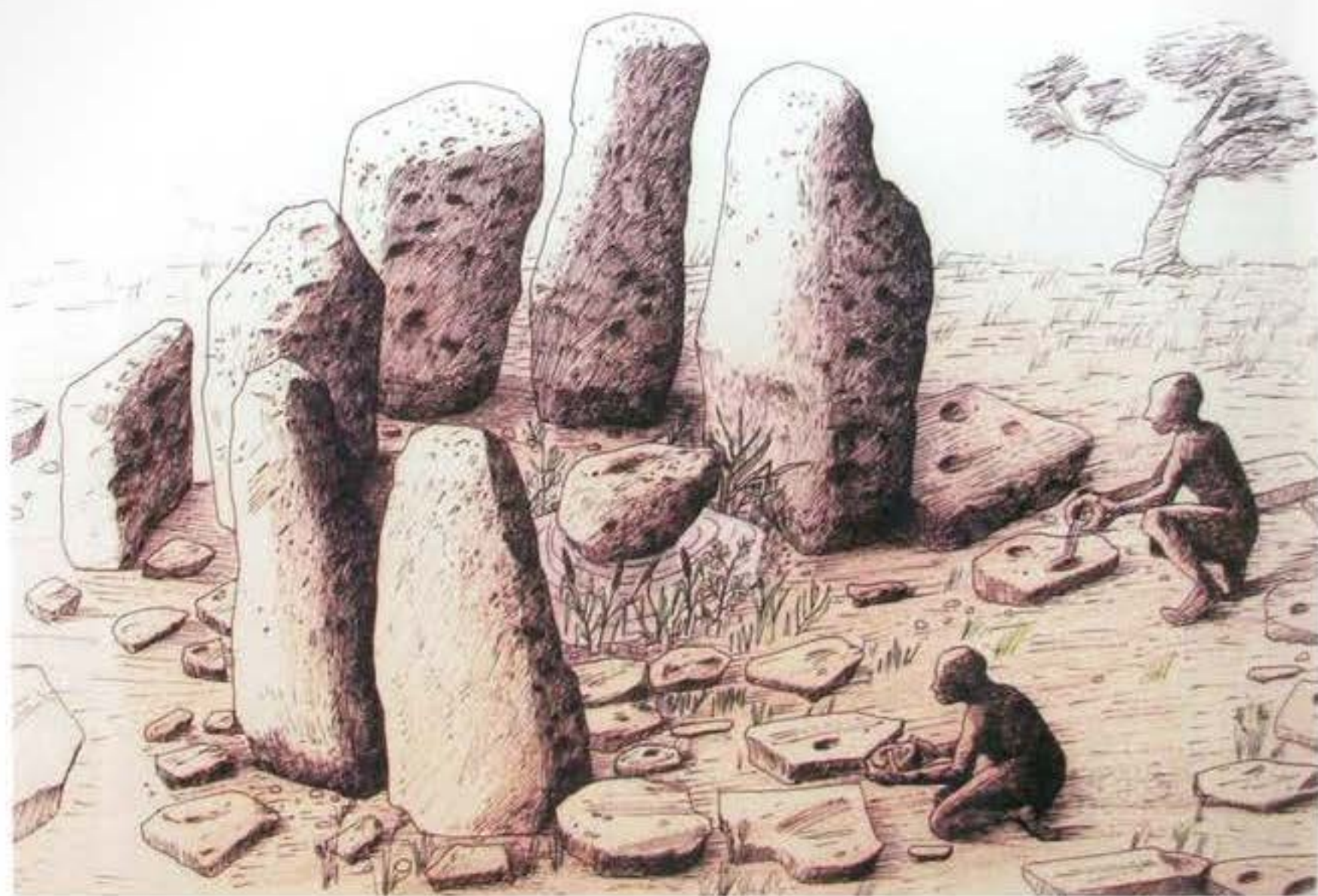
Una vicenda che, dipanatasi lungo un arco di almeno 20.000 anni, dopo una lunghissima gestazione preistorica a partire dall'età classica, avvia una progressiva evoluzione tecnica che consentirà la conquista del mondo azzurro, a cui meritatamente si attaglia la qualifica di 'sesto continente'.

Nella pagina a fianco: *U-Boot tipo VII in emersione, 1941.*
Sotto: *pescatore di perle in un codice del IX sec. del Fisiologo di Berna.*

[1] Cfr. A. Mahan, *L'influenza del potere marittimo sulla Storia*, Roma 1994, p.61 e sgg. Cfr. F. Ruge, *La guerra sul mare*, Milano 1970, pp. 14-16.

[2] N. J. Spykman, *The geography of peace*, Halrchurt, Brace and Co., New York 1944, pp. 46-47

[3] Cfr. O. Di Giamberardino, *L'arte della guerra in mare*, Roma 2002, pp. 92-96

[4] Cfr. E. Bravetta, *La grande guerra sul mare*, Verona 1925, vol. I, pp. 24-25

1.1. *Risorsa alimentare*

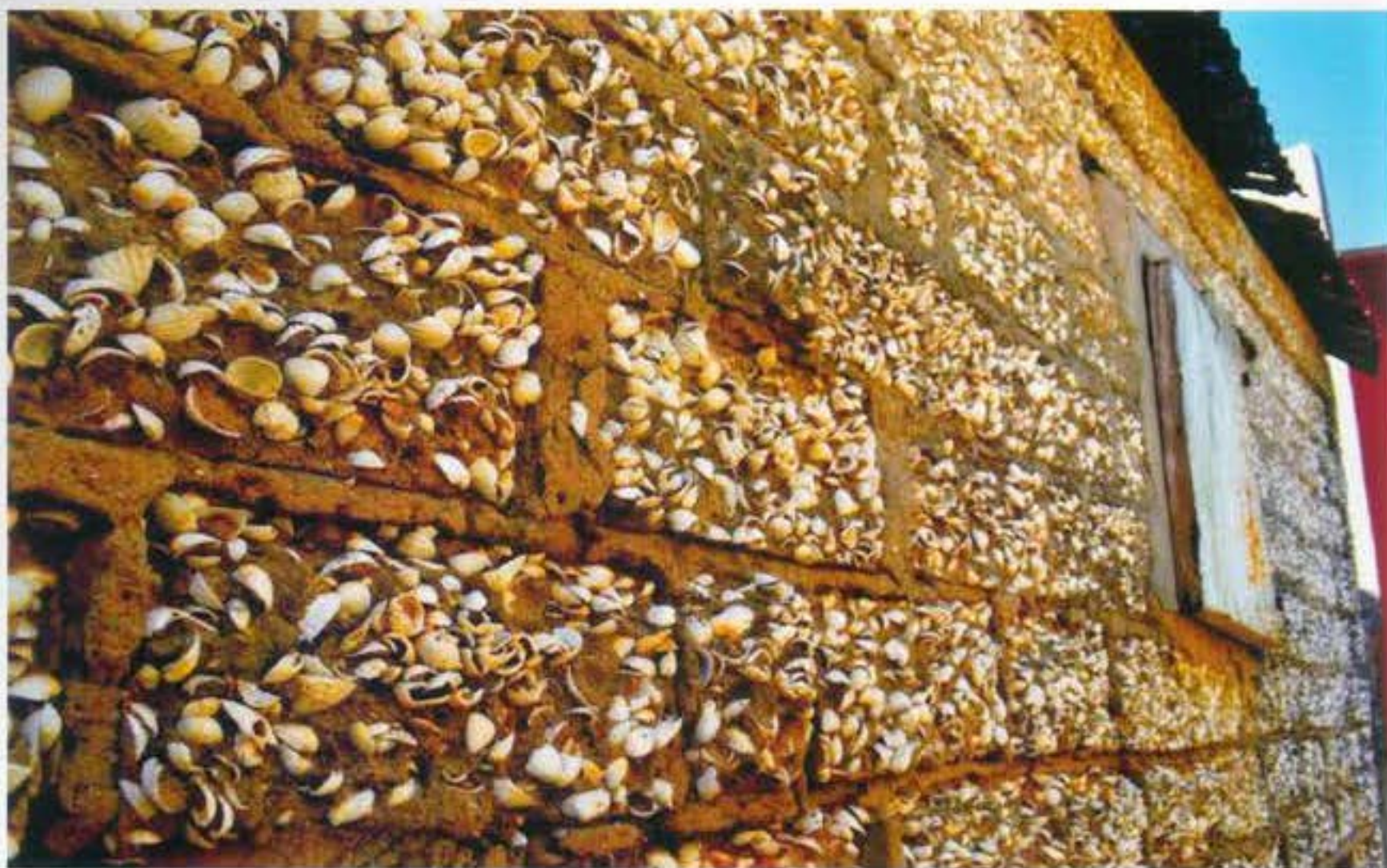
Le prime indiscutibili testimonianze di attività svolte prevalentemente sott'acqua sono le *esostosi uditive*, ovvero le escrescenze ossee che si formano nel condotto uditivo in seguito a ripetute immersioni in acque fredde.

In particolare si tratterebbe di un congelamento secondario del meato uditivo, abbastanza frequente in chi esercita attività subacquea. Le sue manifestazioni si riscontrano sin dalla più remota preistoria, tant'é che se ne sono trovate le tracce persino in un cranio di Neanderthals di circa 50.000 anni fa, e in altri ancora, persino più antichi. Patologie del genere sono abbastanza frequenti nei teschi appartenenti alle popolazioni di Atlit-Yam, sviluppatesi in età preceramica, tra il IX ed il VII millennio a.C. nel Vicino Oriente. Per l'esattezza il sito, che viene ritenuto un villaggio neolitico, attualmente rientra nello Stato di Israele a circa 200-400m dalla battigia e a una profondità compresa tra gli 8 ed i 12 m, e ricopre un'area di una sessantina di ettari. In esso sono stati ritrovati, tra gli altri, anche quattro scheletri maschili con vistose esostosi all''orecchio, senza dubbio provocate dalle immersioni per la raccolta dei frutti di mare[5].

Altro significativo riscontro si è potuto trarre da un gruppo di 621 teschi, rinvenuti in cumuli litoranei di gusci di molluschi marini della fascia litorale del sud-est del Brasile, che hanno consentito un approccio statistico al fenomeno: ben 136 sul totale avevano almeno una esostosi e, dettaglio significativo, la percentuale cresceva con il crescere della latitudine, per cui nel sito più vicino all'equatore questa era praticamente zero, mentre diveniva significativa nelle regioni più a sud. Poiché le temperature dell'acqua nelle zone prese in esame non sono fra loro sensibilmente diverse, a differenza di quelle dell'aria e del vento, è a questi ultimi due fattori meteo che si è attribuita la causa del raffreddamento dei soggetti colpiti, ovviamente una volta fuori dall'acqua.

Quale che sia la maggiore causa scatenante dell'esostosi, quel che resta certo è la sua stretta interdipendenza con le immersioni nell'acqua, di mare in particolare, dettaglio

[5] Cfr. J. Marchant, Jo (25 November 2009). "*Deep Secrets: Atlit-Yam, Israel*". *New Scientist* (Reed Business Information Ltd.) (2736): 40, 41. ISSN 02624079. Retrieved 28 November 2009.

Nella pagina a fianco: *ruderi sottomarini di Atlit-Yam in Israele e e loro ricostruzione grafica.*
A fianco: *uno degli scheletri di Atlit-Yam.*
In alto: *uno dei 621 teschi rinvenuti lunghe le coste brasiliane, ben evidenti le exostati.*

che, andandosi a saldare con la formazione dei cumuli di gusci di molluschi marini viventi sui bassi fondali assurti ad alimento principale di alcune popolazioni rivierasche, conferma la pratica delle immersioni in apnea sin dalla più remota antichità. Anche in Giappone sono stati ritrovati enormi cumuli preistorici di conchiglie, in giapponese *kaizuka*, peraltro presenti in varie località del sud est asiatico, che solo mediante immersione potevano essere prelevate, confermando implicitamente il vasto ricorso all'attività subacquea per scopi alimentari non più occasionali o fortuiti ma sistematici. L'entità di quegli accumuli di conchiglie -e per conseguenza la rilevanza dei quantitativi dei relativi molluschi nelle diete indigene, si può verificare a Joal Fadiouth, un villaggio sulla Petite Côte del Senegal, a sud-est di Dakar, formata da enormi cumuli di conchiglie, gusci di ostriche e similari, depositati nel corso dei secoli,utilizzate anche nella locale architettura e artigianato, dove persino le tombe del cimitero sono scavate in tale singolare materiale.

Che quelle modeste prestazioni potessero risultare proficuamente utili, in pace come in guerra, fu ben presto evidente, essendo un'efficace maniera di celarsi alla vista del nemico e di eludere a eventuali sue barriere, inevitabilmente terrestri o galleggianti.

In questa pagina: *una costruzione nel villaggio di Joal Fadiouth e uno scorcio del locale cimitero. Da notare il largo utilizzo delle conchiglie come un qualsiasi inerte.*
Nella pagina a fianco: *Paestum, affresco della Tomba del Tuffatore, V sec. a.C.*

1.2. Tecniche di tuffo

Il prelievo da fondali anche molto bassi per periodi ultrasecolari, se non addirittura ultramillenari, testimonia ovviamente una pratica assodata e risaputa riguardante le immersioni subacquee e le maniere ottimali per effettuarle senza eccessivi rischi. Una attività tanto duratura deve necessariamente implicare un avvicendarsi di perfezionamenti sia pur modestissimi ed evoluzioni delle tecniche e della attrezzature subacquee, essendo proprio della natura umana progredire tecnologicamente.

Abbiamo due variabili delle immersioni, -la durata e la profondità: per quanto riguarda la prima, la permanenza sott'acqua è sempre dipesa dalla capacità polmonare e dall'addestramento, e non ha mai superato al massimo i cinque minuti. La seconda -la profondità, è conseguente alla zavorra indossata, e, a sua volta, mai ha superato la ventina di metri. Omero tanto nell'*Iliade* che nell'*Odissea* fa spesso riferimento alla tecnica del tuffo, paragonandola a una caduta dalla sommità di un muro o da un carro da guerra o, più propriamente, dal ponte di una nave. Così ad esempio nel XVI libro dell'*Iliade* descrivendo la morte di Cerbione:

Fallì la mira il colpo, ma d'un pelo;
né però vano uscì, ché nella fronte
l'ettòreo auriga Cebrïon percosse,
tutto al governo delle briglie intento,
Cebrïon che nascea del re troiano
valoroso bastardo. Il sasso acuto
l'un ciglio e l'altro sgretolò, né l'osso
sostenerlo poté. Divelti al piede
gli schizzâr gli occhi nella sabbia, ed esso,
qual suole il notator, fece cadendo
dal carro un tòmo, e l'agghiacciò la morte.[6]

Descrizione atroce ma che per la sua precisione cinematografica lascia ritenere il tuffo una pratica frequente, notissima ai lettori e agli ascoltatori dell'epoca, al punto da assurgere anche poeticamente a procedura che equiparava il fulmineo passaggio dall'aria all'acqua a quello non meno rapido dalla vita terrena quella eterna e che troverà poi, negli affreschi funerari, reiterate e allusiva raffigurazioni.

La conferma si coglie nel riproporsi dell'immagine del tuffatore sia in tombe etrusche che italiche fra il VII ed il V sec. a.C., come ad esempio a Tarquinia, nell'affresco nella tomba detta "della caccia e della pesca" e a Paestum in quella detta "del tuffatore"[7], risalente al V sec. a.C., analo-

[6] OMERO, traduzione V. MONTI 1810, *Iliade*, lib. XVI.
[7] Cfr. M. NAPOLI, *Il museo di Paestum*, Cava dei Tirreni 1970, pp. 73-100

gie che al di là del peculiare aspetto religioso, testimoniano una assidua attività subacquea tra Greci[8] e Etruschi[9].

Il tuffarsi, tuttavia, di per sé non implica necessariamente una finalità concreta ma soltanto una sorta di svago, per cui tali affreschi, pur confermando la confidenza con l'immersione, non forniscono alcun riscontro di una qualsiasi attività subacquea svolta sotto la superficie del mare o dei fiumi.

[8] Cfr. P. G. Guzzo, *Le città scomparse della Magna Grecia*, Perugia 1982, pp. 207-18.

[9] Cfr. M. Grant, *Le città e i metalli. Società e cultura degli Etruschi*, Bologna 1982, pp. 327 e sgg.

In alto: *Tarquinia, affresco della 'caccia e della pesca', VII-V sec. a.C.* Nella pagina a fianco: *in alto bassorilievo assiro raffigurante guerrieri che nuotano respirando aria da un otre tramite un cannello; al centro, altro bassorilievo assiro con nuotatori che respirano aria da un otre tramite un cannello.*

1.3. Le prime riserve d'aria

Per rintracciare degli indiscutibili e oggettivi riferimenti a sicure esperienze subacquee bisogna attendere il IX secolo a.C., allorquando vennero scolpiti su alcuni bassorilievi assiri degli uomini che nuotano in un fiume con in bocca un cannello collegato a un otre, posto sotto il torace e fissato al corpo con una robusta cinghia[10]. L'ipotesi più sensata consiste nell'interpretare il suddetto cannello come un antesignano boccaglio, in grado di far respirare l'aria contenuta nell'otre. Per la verità, non è possibile distinguere se nuotino in superficie o completamente al di sotto: data la rilevante spinta di galleggiamento fornita dagli otri, dell'ordine di oltre una ventina di chilogrammi, la seconda ipotesi appare improbabile. D'altro canto, tuttavia, se nuotassero all'aria non si comprenderebbe il bisogno di tenere in bocca un cannello collegato con l'otre!

[10] Cfr. A. Parrot, *Gli Assiri*, Milano 1981, pp. 40 e sgg.

E che non si tratti di un dettaglio occasionale lo si deduce dal reiterarsi con lievi diversità della medesima scena su vari bassorilievi. Si potrebbe allora concludere che quegli otri servissero da galleggianti, una sorta di salvagente, per cui tramite i cannelli, insufflando altra aria negli stessi, se ne sarebbero compensate eventuali perdite. Ma è credibile che in diverse circostanze tutti i nuotatori si servissero sempre di otri con perdite e nessuno ne abbia impiegati di sicuramente stagni? E poi la presenza di un apposito cannello non sembra il rimedio fortuito di una perdita, ma piuttosto un accessorio basilare dell'otre. Tutto, allora, induce a credere che quei nuotatori stessero aspirando l'aria dall'otre e non il contrario, per cui è sensato concludere che grazie all'otre senza dubbio galleggiavano, ma potevano anche muoversi appena sott'acqua, quasi in affioramento, celandosi così alla vista del nemico. Facendo un piccolo calcolo, infatti, otri del genere della capacità stimata di una ventina di litri, avrebbero fornito una spinta di galleggiamento di una ventina di chilogrammi: ora, considerando che nelle raffigurazioni i nuotatori, quando vestiti appaiono chiusi in lunghe e pesanti palandrane e, quando nudi, cinti di larghe e spessi cingoli passanti tra le gambe, è sensato concludere che in entrambi i casi tali indumenti annullassero del tutto la spinta anzidetta. Il subacqueo pertanto avrebbe potuto nuotare immerso senza difficoltà di assetto, per cui saremmo di fronte alla prima testimonianza inerente l'impiego di incursori subacquei. Ed è certamente significativo che, in almeno due pannelli, compaiano in alto a sinistra degli arcieri intenti a mirare proprio ai nuotatori, trafiggendo però con alcuni dardi soltanto la schiena di quello che, privo di otre, non poteva immergersi.

Dando per scontata la supposizione, i suddetti bassorilievi certificano nella storia delle attività subacquee un fondamentale progresso: non si tratta più della semplice nuotata in apnea, che come accennato si perde nella notte dei tempi, ma dell'adozione di un vero serbatoio d'aria compressa. Essendo, infatti, l'aria insufflata dentro l'otre già a pressione leggermente maggiore di quella atmosferica, subiva un progressivo ulteriore incremento immergendosi nell'acqua, proprio per la compressione che questa esercitava sull'otre, per cui l'aria interna assumeva la stessa pressione dell'acqua esterna. Il sommozzatore poteva perciò respirarla liberamente esattamente come avviene con un attuale secondo stadio di un erogatore ARA, e senza alcuna sofisticata valvola!

Per la molteplicità di funzioni, borraccia, galleggiante e riserva d'aria, gli otri d'impiego individuale entrarono e restarono a lungo nell'equipaggiamento militare di molte etnie di età classica. Tito Livio li ricorda presso gli eserciti spagnoli, Plinio presso quelli arabi e, da un certo momento in poi, risultano anche presso le legioni romane. Significativamente, Caio Svetonio Tranquillo affermò che Giulio Cesare, e ovviamente come lui e con lui i suoi legionari:

coprì distanze enormi con straordinaria celerità, senza portare niente con sé... percorrendo anche centomila passi al giorno [circa 75 km n.d.A.]: *e se dei fiumi lo fermavano, li guadava a nuoto e sostenendosi su otri gonfiati...*[11]

E, se mai dovessero sussistere dubbi sull'utilizzo degli otri non solo come galleggianti ma anche come riserva di aria per i sommozzatori, li fuga una singolare raffigurazione di un antico papiro inerente all'episodio da cui forse deriva il nostro 'pesce d'aprile'. Il criterio d'impiego dell'otre come riserva d'aria, dall'epoca degli Assiri a quella di Giulio Cesare, non si era in alcun modo evoluto in compenso però si era ampiamente generalizzato, divenendo tanto consueto avvalersene, da servirsene addirittura per stupefacenti scherzi. Nella raffigurazione accennata si vede, infatti, un sommozzatore che, respirando da un otre, si appresta a eseguire le istruzioni di Cleopatra, mentre Marcantonio è intento a pescare. Questa la rievocazione fattane da Plutarco:

(Antonio) *un giorno stava pescando senza fortuna e ne provava un sentito dispetto essendo presente Cleopatra. Diede ordine allora a dei pescatori di immergersi e nascostamente attaccare al suo amo qualche pesce di quelli che avevano già preso; due o tre volte sollevò così la lenza. Cleopatra che subito si accorse del trucco, finse di meravigliarsi dell'abilità del pescatore; lo disse perciò agli amici invitandoli per il giorno dopo ad assistere alla pesca. Molti di loro andarono con le barche: Antonio calò la lenza, e allora Cleopatra ordinò ai suoi sommozzatori di prevenire i pescatori di Antonio, e nuotando sott'acqua fino all'amo, di infilzargli un pesce affumicato del Ponto. Antonio, sentendo di aver preso qualcosa, tirò su la lenza. Scoppiò una generale risata, come si può immaginare, e Cleopatra disse:" Mio grande duce, lascia a noi pescatori del Faro e Canopo (Alessandria d'Egitto) la canna, tu sei cacciatore di città, di regni, di continenti.*[12]

[11] Da G. Svetonio Tranquillo, *De vita Caesarum*, lib. I, LVII.

[12] Da Plutarco, *Vite Parallele*, par. XXIX.

Nella pagina a fianco: *bassorilievo assiro con nuotatore che respira aria da un otre tramite un cannello.*
In questa pagina: *in basso a sinistra, lo scherzo di Cleopatra a Marcantonio illustrato in un antico papiro; sotto, busto di Cleopatra.*

1.4. Antesignani aeratori

Se i sommozzatori Assiri respiravano dall'otre l'aria compressa dall'acqua per mezzo di un boccaglio -il più volte menzionato cannello, l'idea che, costruendolo molto più lungo e facendolo fuoriuscire dalla superficie dell'acqua così che, stando immersi, fosse possibile respirare a tempo indeterminato, non dovette richiedere gestazioni prolungate, se non addirittura anticipare l'impiego degli otri come riserva d'aria. Una canna forata, uno stelo svuotato o, persino, un osso lungo tenuti ben aderenti alle labbra mentre si restava sott'acqua, erano perfettamente in grado di assolvere tale funzione, divenendo pertanto dei rudimentali aeratori o, con definizione oggi più adottata, degli *snorkel*. Aristotele (384-322 a.C.), ovviamente, menziona l'esistenza di un aeratore di quel tipo, usato dai coevi subacquei per respirare durante le immersioni a piccola profondità, e lo paragonò alla proboscide dell'elefante con queste parole:

> *D'altra parte, quale che sia la grandezza della proboscide, non è per l'elefante meno necessaria alla vita sulla terra o sott'acqua. Infatti i sommozzatori utilizzano alcune volte degli strumenti per respirare e poter restare lungo tempo sul fondo del mare, aspirando l'aria per loro tramite, nella stessa maniera che la natura ha dato in così grande dimensione al naso dell'elefante, per un impiego analogo. Quando gli elefanti vogliono camminare nell'acqua, lo alzano fuori dalla stessa, e respirano così; il tubo dell'elefante, come detto, è il loro naso.*[13]

Che l'impiego di antesignani snorkel già dal V sec. a.C. fosse diffuso tra i subacquei, e in particolare tra quelli che oggi definiremmo incursori, lo confermano le tante menzioni e i tanti riferimenti ad azioni di sabotaggio sottomarino. Nel 480 a.C., ad esempio, presso il promontorio dell'Artemisio un certo Scillo di Scione, che andrebbe considerato un uomo rana ateniese, riuscì a tranciare le corde delle ancore della flotta persiana costringendo di lì a poco a sostituirle con catene. Il sabotaggio sembrerebbe insignificante, ma per le navi dell'epoca spesso si trasformava presto in collisione con le altre unità adiacenti, premessa non di rado di danni irreparabili e affondamenti. Plinio ricorda l'episodio indirettamente affermando che il pittore:

> *Androbio, dipinse Scillo che taglia le ancore della flotta persiana.*[14]

Che poi Scilla fosse realmente un incursore subacqueo operante realmente al di sotto della superficie del mare e non in semplice affioramento col favore delle tenebre, lo testimonia il suo dettagliato profilo lasciatoci da Erodoto che, tuttavia, non solo ne mette in dubbio la veridicità dell'impresa ma si astiene dal riferire la prestazione forse più importante sotto il profilo militare, in questi termini:

> *Durante tale operazione Scillo di Scione (era il miglior sommozzatore di allora, arruolato fra le loro truppe* [persiane] *e nel naufragio del Pelio aveva salvato ai Persiani molte ricchezze e di molte si era personalmente appropriato) aveva intenzione, già da tempo di passare ai Greci, ma non ne aveva avuto mai occasione fino a quel momento. In che modo sia poi giunto fra i Greci non sono in grado di dirlo con certezza; ma sarebbe stupefacente se fosse vero ciò che si racconta e cioè che si sia tuffato in mare ad Afete, per riemergere solo all'Artemisio, dopo aver attraversato sott'acqua qualcosa come ottanta stadi* [circa 15 km].[15]

[13] Da Aristotele, *De partibus animalium*, lib. II, 16

[14] Da G. Plinio Secondo, *Naturalis Historia*, lib. XXXV, 40, 139.

[15] Erodoto, *Le Storie*, lib. VIII, 8.

Nella pagina a fianco: *ritratto di Aristotele da un codice medievale.*
Sopra: *elefante che nuota sott'acqua usando la proboscide come uno snorkel.*
A fianco: *dettaglio dell'estremità della proboscide mantenuta fuori dall'acqua per respirare.*

Anche Pausania il Periegeta, II sec. a.C., così riferisce quella straordinaria impresa navale, arricchendola di ulteriori particolari sul medesimo personaggio e sulla figlia, trattando del santuario di Delfi:

La statua di Scillo di Sione, che vedete dopo quella di Gorgia, è un offerta degli Anfizioni. Questo Scillo aveva la fama di scendere nelle maggiori profondità del mare; aveva addestrato sua figlia Hydna; e allorquando la flotta di Serse fu colpita da una violenta tempesta presso il monte Peleo, entrambi contribuirono notevolmente alle sue perdite, andando sotto le navi a tagliarvi le ancore e ciò che serviva a tenerle ferme. Per tale ragione gli Anfizioni collocarono a Delfi le statue di Scillo e di sua figlia, sebbene quella della figlia Hydna rientrò nel numero di quelle fatte prelevare da Delfi da Nerone. In verità le ragazze vergini sono quelle che si immergono con maggior facilità nel mare.[16]

Ovviamente quest'ultima precisazione non aveva alcun fondamento scientifico e neppure empirico essendo

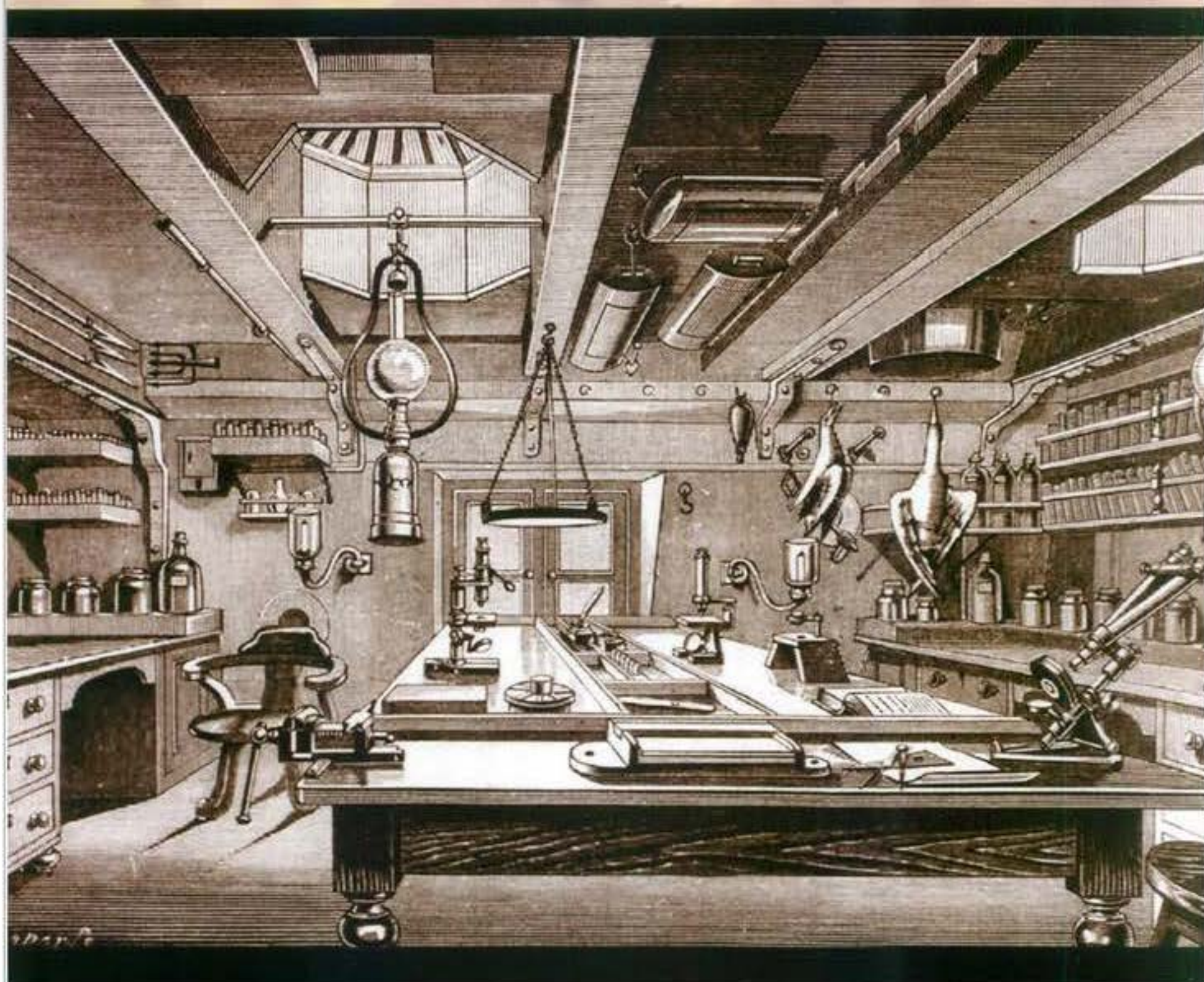
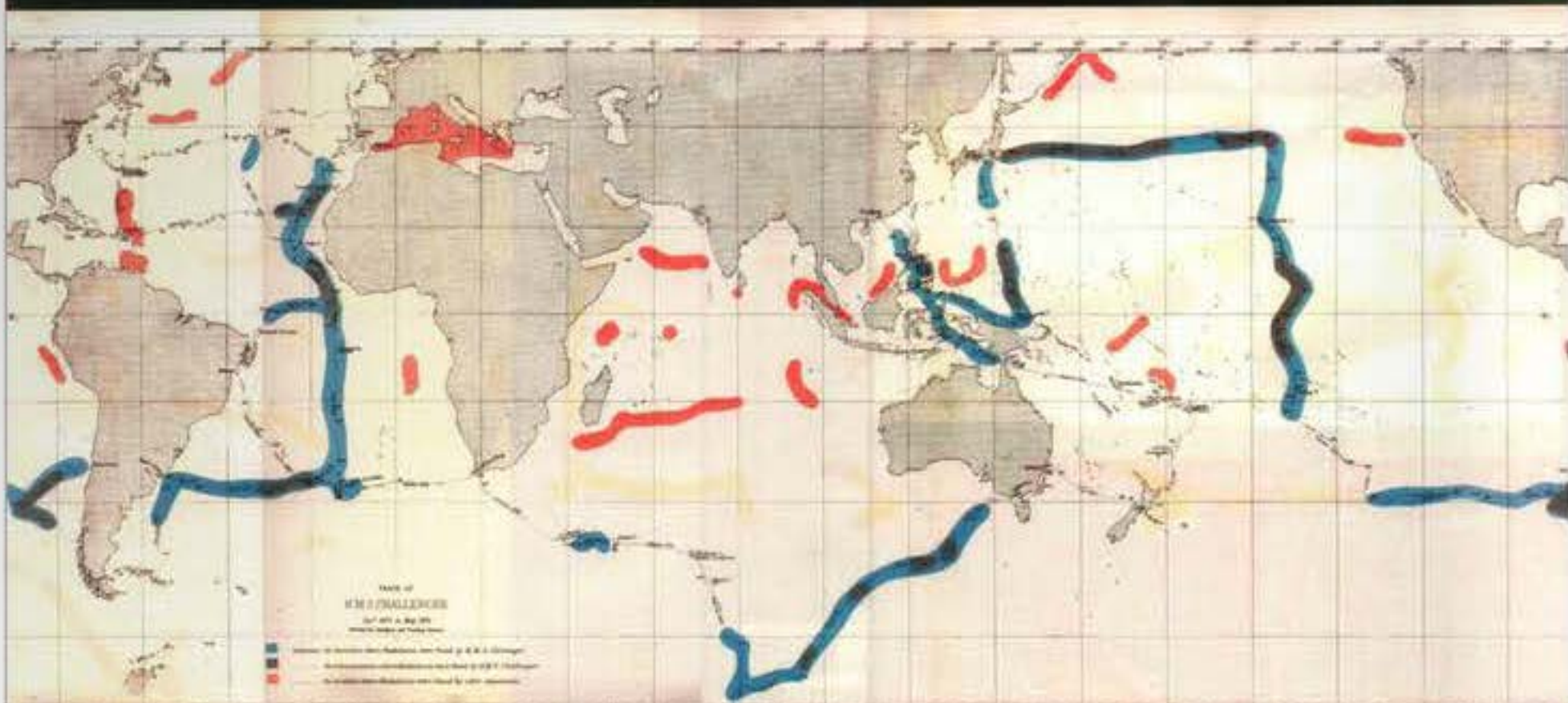
[16] PAUSANIA, *Periéghēsis tēs Elládos*, lib. X, 19.1.

In alto: *vaso con raffigurazione di donna che nuota in apnea.*
A fianco: *l'opera di Pausania in una codice medievale.*
Nella pagina a fianco: *in alto, il promontorio del Monte Peleo, teatro dell'operazione di Scillo e di sua figlia Hydna; in basso, Serse al comando del suo esercito nell'invasione della Grecia.*

l'attività subacquea femminile, almeno in Occidente, del tutto desueta e priva di qualsiasi giustificazione. Profetica invece l'affermazione di un certo Apollonide, I sec. a.C., stando al quale:

> *Scillo, quando la lunga flotta di Serse tormentava*
> *tutta la Grecia, escogitò la guerra navale sottomarina,*
> *nuotando al di sotto dei segreti acquitrini di Nereo,*
> *e recise dall'ancora l'ormeggio delle navi:*
> *con tutti gli uomini scivolò contro la terra ferma*
> *distrutta, prima impresa di Temistocle.*[17]

In breve, è a Scillo che deve ascriversi l'invenzione della guerra navale subacquea!

[17] Apollonide, *Anthologia Palatina*, lib., IX 296.

PARTE SECONDA

ATTIVITÀ SUBACQUEE CIVILI

2.1. Raccolte minerarie

Tornando alle immersioni mediterranee del V sec. a.C., quasi nello stesso ambito storico si colloca pure un'altra singolare narrazione che rievoca delle estrazioni minerarie sottomarine, nella fattispecie di rame. Più che di estrazione, tuttavia, come più sotto vedremo, si dovrebbe parlare di raccolta di noduli metallici di ingente valore per la purezza del minerale. Aristotele riferisce in questi termini quell'incredibile pesca, sebbene precisi che ne scrive solo per sentito dire:

> *C'é del rame sottomarino a due tese* [3.60 m] *di profondità nel mare. Ne sono stati tratti* [i quantitativi necessari per la fusione della] *statua che é a Scione* [presso Corinto] *nel tempio vecchio di Apollo, e i cosiddetti oricalchi di Fenco* [in Arcadia], *sui quali è scritto «Ercole di Anfizione presa Elide dedicò...» Chi scava quel rame diventa di vista acutissima, e se non ha palpebre gli ricrescono.*[1]

La notizia, che in prima approssimazione sembra avere tutta l'apparenza di una delle tante leggende dell'antichità, nel 1868 e negli anni immediatamente successivi perse invece questa connotazione negativa per la scoperta dei cosiddetti *noduli polimetallici*. Nel corso della crociera della nave HMS *Challenger*, fra il 1872 ed il 1876, infatti, furono rinvenuti nella maggior parte dei fondali oceanici degli strani piccoli ammassi metallici, di forma vagamente globulare, subsferica. La loro dimensione oscillava tra i pochi millimetri di diametro fino alla ventina di centimetri: formatosi lentissimamente con un processo che ricordava quello di stratificazione delle perle. All'analisi metallurgica risultarono per lo più ricchi di manganese, di nickel, di rame e di cobalto, in quantità tali da farne giudicare remunerativa la raccolta, nonostante la giacitura compresa tra i 4000 e i 6000 m di profondità. In seguito furono rinvenuti anche su fondali di gran lunga meno profondi, e persino nei laghi, con una concentrazione di copertura degli stessi che oscillava tra la rarità ed il 70% della loro intera superficie. Negli anni '90 se ne iniziò la raccolta, sia pure in maniera sperimentale, protraendola per circa otto anni, con ottime prospettive commerciali. Il crollo dei prezzi di alcuni dei suddetti metalli ma soprattutto l'indeterminata proprietà statuale dei giacimenti e l'assoluta ignoranza degli equilibri di quel abissale ecosistema che così si andava irreversibilmente a turbare, posero fine alle iniziative minerarie sottomarine.

[1] Da G. Plinio Secondo, *Naturalis Historia*, lib. IX, 52-61.

Nella pagina a fianco: *in alto, l'itinerario del viaggio della* HMS Challenger *fra il 1872 ed il 1876; in basso, il laboratorio per le analisi scientifiche della* Challenger.
A fianco: *noduli metallici rinvenuti sui fondali marini.*

La notizia riportata da Aristotele, pertanto, alla luce di queste recentissime conoscenze, non solo acquista piena credibilità ma diviene una preziosa testimonianza sull'esistenza di giacimenti di noduli metallici a ridosso della costa. Notizia che, confermata anche da diverse altre fonti coeve, diviene di assoluta attendibilità storico-mineraria.

2.2. *Raccolta delle perle*

Le donne sono per diversi aspetti favorite nelle attività subacquee laddove praticate, che richiedono ridotta forza muscolare e, per contro, grande agilità e grande resistenza al freddo. Hèkura è una piccola isola: "*del Mare del Giappone dove vive una piccola comunità di 'ama' (uomo-mare, donna-mare). Mentre gli uomini di questa comunità pescano con reti e pescherecci, le donne si immergono nude fino a profondità di 20-25 metri, per raccogliere prelibati molluschi, frutti di mare e alghe commestibili. Nel 1954 il viaggiatore, etnologo, narratore e fotografo Fosco Maraini si immergeva, assieme alle pescatrici di Awabi dell'isola di Hekura, nel mare*"[2]. Ma pescatrici del genere operano anche in altre località rivierasche giapponesi, dove però si immergevano soprattutto per raccogliere ostriche perlifere. Le pescatrici di perle giapponesi, le celebri *Ama* la cui attività ormai sta scomparendo, sono al riguardo emblematiche: ricavavano i proventi per vivere tuffandosi per strappare dagli scogli sul fondale gli abalone, o *haliotis*, un genere di molluschi gasteropodi marini, più noti come *aliotidi* o *orecchie di mare*, capaci di produrre le perle. Stando alla tradizione giapponese questa pesca potrebbe risalire a due millenni or sono e le donne la praticarono sempre senza alcun equipaggiamento.

Gli anziani ritengono che le *Ama* possano essere solo donne grazie alla maggiore massa grassa rispetto all'uomo, caratteristica che le consentiva di mantenere più a lungo una temperatura corporea maggiore di quella maschile nelle medesime condizioni. Infatti la diversa struttura fisica e fisiologica dà alla donna degli indubbi vantaggi: tanto per cominciare essendo minore la sua massa muscolare consuma meno ossigeno, producendo meno

[2] La citazione è tratta dalla descrizione dell'editore Leonardo da Vinci, del volume di F. MARAINI, *L'isola delle pescatrici*, Roma 1961.

In questa e nelle prossime pagine: *alcune immagini delle Ama, le pescatrici di perle giapponesi divenute celebri per le loro straordinarie capacità di resistenza in apnea.*

anidride carbonica. Inoltre il suo più spesso strato adiposo incrementa da un lato la galleggiabilità e dall'altro la isola meglio contro il freddo. Ora la facile constatazione che le donne soffrano il freddo più degli uomini contraddice solo in apparenza quanto delineato, trattandosi di una generica conseguenza della inferiore capacità termogenica dell'organismo femminile imputabile alla minore quantità di sangue in esso circolante e al maggior rapporto tra superficie e volume corporeo, cioè a una più estesa superficie della pelle a parità di volume, causa di una più accentuata dispersione termica. Due distinte concause, con un unico esito concomitante, ma non per questo inficiante l'attività subacquea!

Del resto al di là della maggiore resistenza al freddo la preparazione giocava, e gioca tutt' oggi, un ruolo talmente dirimente da permettere persino a donne di 70-80 anni di continuare a tuffarsi. Usano, infatti, una efficace tecnica di ossigenazione dei polmoni nei minuti precedenti l'immersione, effettuando profonde inspirazioni. A quote poco profonde, comprese tra i 4 ed i 6 m, restano in apnea per circa mezzo minuto, bastando appena una quindicina di secondi per scendere e risalire. A quote via via maggiori, invece, riescono a trattenere il respiro per oltre un minuto, alternando cicli di permanenza in acqua di circa un quarto d'ora a intervalli di tripla durata, trascorsi sulla barca. L'addestramento e la robustezza fisica consentono la prosecuzione dell'attività persino durante la gravidanza, protraendosi fin quasi al parto per essere ripresa pochi giorni dopo, attuandosi l'allattamento tra una calata e l'altra!

L'immersione: "*in apnea, che arriva fino a 30 metri di profondità, dura fino a due minuti e quando le pescatrici tornano a galla emettono un suono conosciuto come 'ama isobue', spesso romanticamente tradotto come 'richiamo delle sirene' che altro non è che una specie di fischio prodotto dall'iperventilazione. Hanno polmoni molto forti, che iniziano ad allenare fin da bambine, arrivando a sviluppare una resistenza tale che non di rado si incontrano pescatrici di 80 anni ancora in piena attività. Ai fisici tonici, forti, capaci di affrontare le acque più fredde grazie alla diversa distribuzione nel corpo della massa grassa...*"[3].

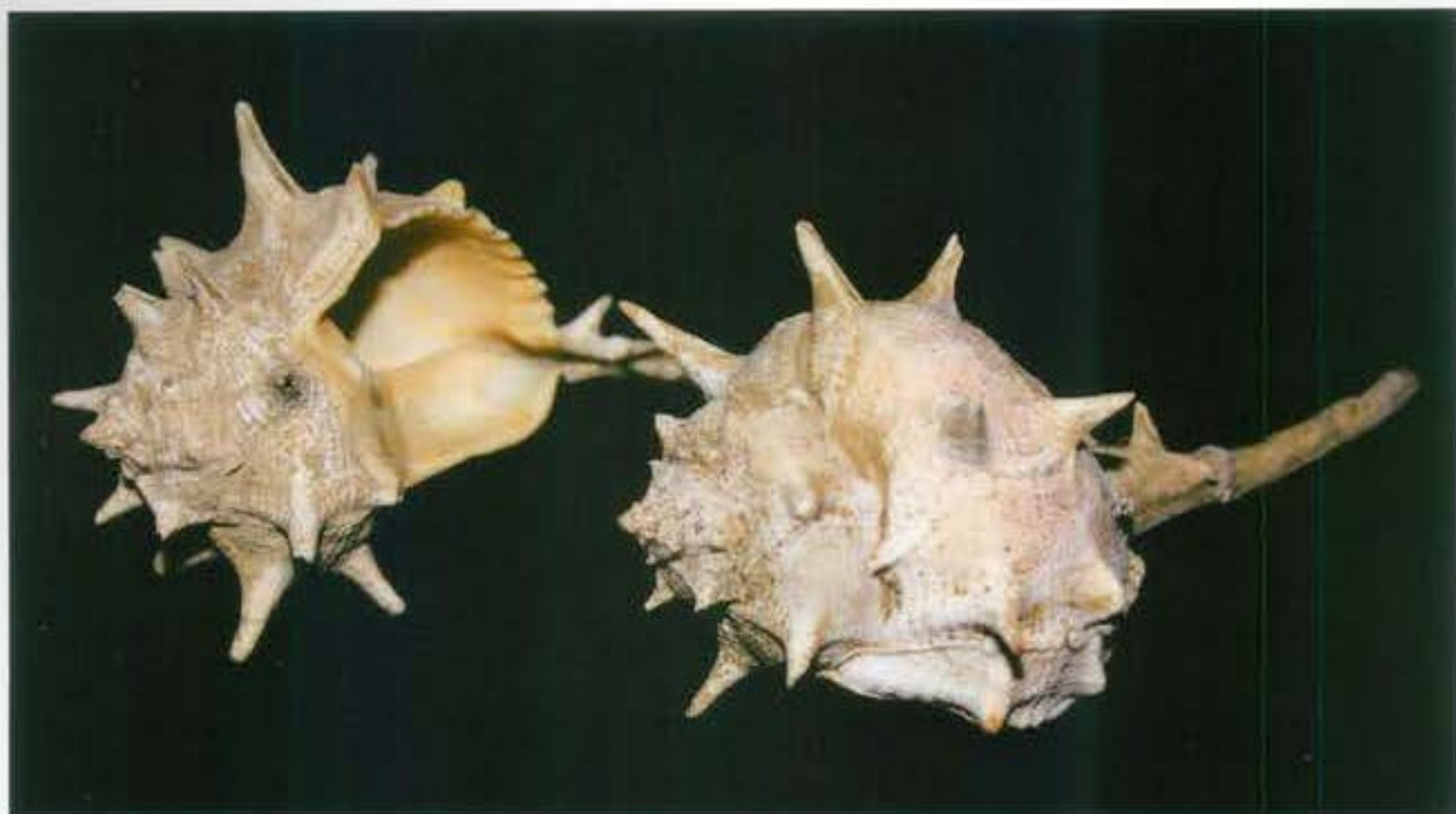
Le ama ancora in attività: "*sono ormai poco meno di duemila di età compresa fra i 20 ed i 70 anni concentrate nella regione di Ise-Shima, lungo la baia di Toba e le isole prospicienti di Toshijima, Sugashima e Kamishima. La ilo immagine è simbolo della zona, tanto che la Prefettura di Mie ha candidato le Ama all'Unesco come Patrimonio Immateriale dell'Umanità.*"[4]

2.3. Raccolta dei murici

Il murice è un gasteropode di circa 7-8 cm di lunghezza che ricorda una grossa chiocciola, sebbene la sua conchiglia sia notevolmente più spessa e robusta, munita di escrescenze spinose che lo rendono inconfondibile. Dal punto di vista alimentare è carnivoro, cibandosi di organismi morti, e in particolare di ostriche delle quali perfora le valve tramite una secrezione acida. Dal punto di vista morfologico i naturalisti ne distinguono due generi, diversificati dal colore della conchiglia e dalla presenza o meno delle spine, dei quali uno vive in acque basse fino a 10 m di profondità, e la porpora propriamente detta, che si sviluppa in acque più profonde. Il murice si considera comune nell'intero bacino mediterraneo, dove prospera fino ad una profondità massima di 100 m. Pullulano a ridosso dei pali delle coltivazioni di mitili, di cui peraltro si nutrono, e sono di facile cattura anche con le normali reti da traino, soprattutto nell'Adriatico settentrionale. Plinio nella sua meticolosa descrizione già evidenziava le due diverse specie in questi termini:

> *Vi sono due tipi di conchiglie che producono il colore detto porpora e quello detto conchilio (la materia è la*

[3] Da S. Guidobaldi, *Nel segreto fondo del mare: le donne pescatrici del Giappone*, reportage pubblicato su *la Repubblica*, 26 maggio 2016.
[4] *Ibidem*.

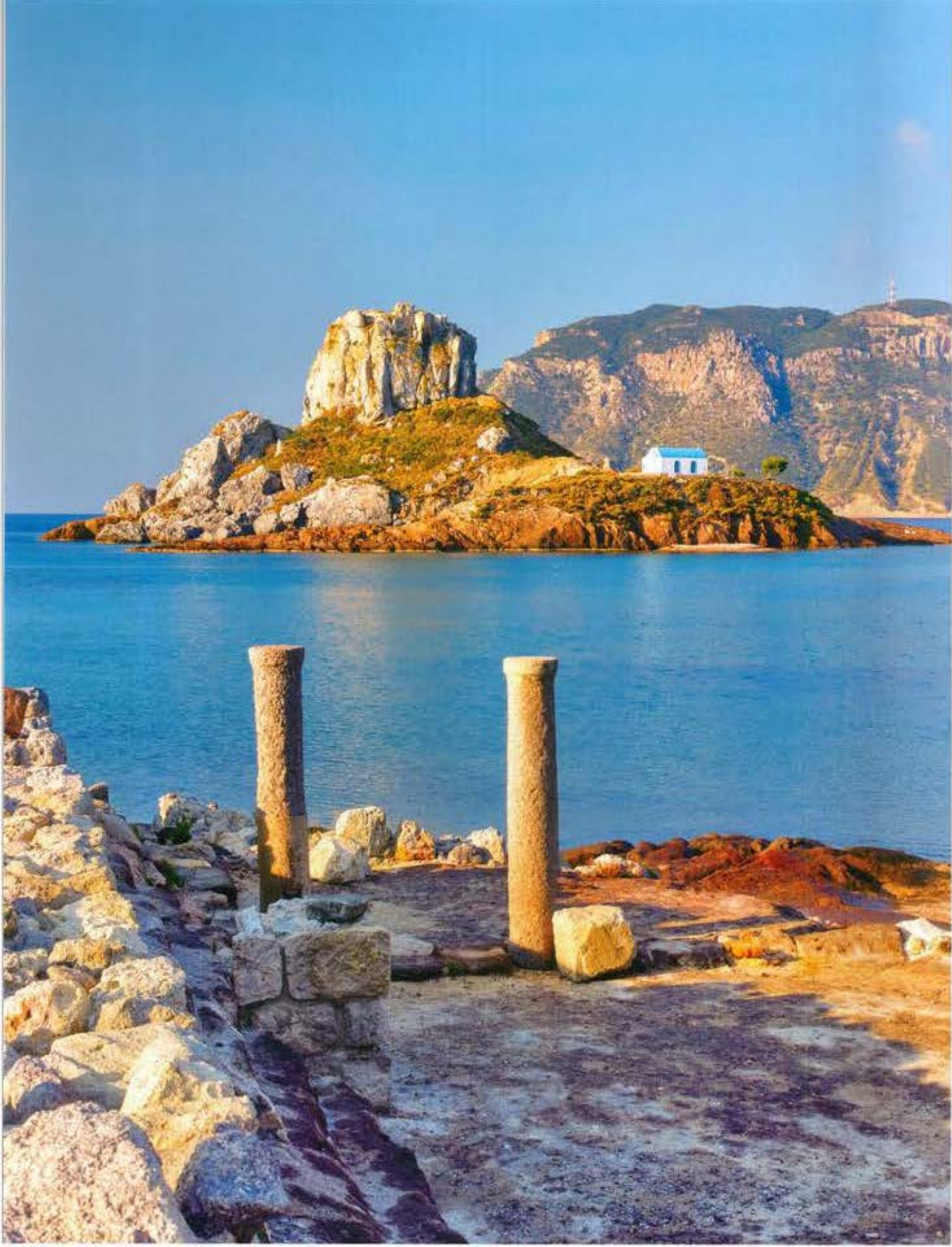
In alto: *perla racchiusa all'interno di un'ostrica.*

stessa, ma diversa la combinazione). La conchiglia minore è il buccino, così detta per la sua somiglianza con la tromba, con cui si suona: e da qui l'origine del nome, per la rotondità della bocca, incisa nel margine. L'altra è chiamata porpora, ha un rostro sporgente a forma di cunicolo e un'apertura laterale…

«Le porpore vivono al massimo sette anni. Si nascondono, come i murici, all'inizio della canicola per trenta giorni. In inverno si riuniscono e, sfregandosi tra di loro emettono un particolare umore mucoso. Nella stessa maniera fanno i murici. Ma le porpore hanno in mezzo alla bocca quel fiore ricercato per tingere le vesti. Qui si trova una candida vena con pochissimo liquido, da cui nasce quel prezioso colore di rosa che tende al nero e risplende. Il resto del corpo non serve a niente. Si cerca di catturarle vive, perché gettano fuori questo succo insieme alla vita. E si estrae dalle porpore più grandi dopo che viene tolta la conchiglia, mentre le più piccole vengono frantumate vive con la mola, in modo da fargli espellere quel liquido. Il migliore dell'Asia è quello di Tiro; di Gerba quello dell'Africa, e sulla spiaggia del mare di Getulia; in Laconia quello d'Europa. Di questo sono ornati i fasci e le scuri Romane, e sempre questo dà maestà alla giovinezza. Distingue il senatore dal cavaliere; è utilizzato per placare gli dei, e fa risplendere ogni veste: nei trionfi è mescolato all'oro. Per questo sia scusata la follia della porpora. Ma da dove provengono i prezzi delle conchiglie, che hanno cattivo odore nel sugo, un colore grigiastro austero e simile al mare in tempesta?

La lingua della porpora è lunga quanto un dito e con essa si nutre forando le altre conchiglie: tanta è la durezza dell'aculeo. E si uccidono con l'acqua dolce, e perciò si immergono in un fiume: altrimenti una volta prese, vivono cinquanta giorni con la loro saliva. Tutte le conchiglie crescono molto rapidamente, e specialmente le porpore: raggiungono le loro dimensioni in un anno. Vi sono due tipi di conchiglie che producono il colore detto porpora e quello detto 'conchilio' (la materia è la stessa, ma diversa la combinazione). La conchiglia più piccola è il 'buccino', così detta per la sua somiglianza alla tromba, con cui si suona: e da qui l'origine del nome, per la rotondità della bocca, incisa nel margine. L'altra è chiamata 'porpora' ha un rostro sporgente a forma di cunicolo e un'apertura laterale. In più ha spine simili a chiodi fino all'apice della spira, con circa sette aculei per giro, che non ci sono invece nel buccino: ma entrambi hanno tanti giri quanti sono i loro anni. Il buccino aderisce ad alcune pietre e si raccoglie fra gli scogli.

Le porpore vengono chiamate anche pelagie. Ce ne sono molti tipi, che si diversificano per l'alimentazione e per il substrato dove si trovano. La lutense si nutre di fango mentre la algense di alghe, entrambe sono di scarsissimo valore: migliore è la teniense, che si raccoglie negli scogli; ma anche questa è troppo leggera e liquida; la calcolense prende il nome dai sassi del mare, incredibilmente adatta alle conchiglie in genere e soprattutto per le porpore; la dialutense si chiama così perché si nutre in substrati di vario genere. Le porpore si prendono con strumenti simili a nasse, piccoli e con maglie larghe, gettati in profondità. Essi contengono come esca delle conchiglie chiuse e robuste, come i mitili: queste, mezze morte, ma ritornate in mare, rivivono aprendosi rapidamente e richiamano le porpore, che le penetrano con le loro lingue distese; ma quelle, stimolate dall'aculeo, si chiudono e stringono le lingue: così le porpore vengono tenute penzolanti per la loro avidità.»[5]

[5] Da G. PLINIO SECONDO, *Naturalis Historia*, lib. IX, 60-61.

Nella pagina a fianco: *conchiglia di Bolinus Brandaris, altrimenti noto come Murice, raffigurato anche in un mosaico romano del I sec. d.C.*
Sopra: *tessuto del I sec. d.C. tinto con porpora di murice, Israele.*

La ragione per il notevole interesse verso i murici scaturiva dal potervi estrarre la mitica porpora con la quale si tingevano i tessuti, in quantitativi ridottissimi per ogni conchiglia e che, per la rarità del pigmento, vantavano ingenti costi. La pesca dei murici avveniva a Lesbo, Kos, Chios e Rodi, Delo, in Eubea, Creta e sulla costa libica. Il poeta Oppiano così la ricordò in una sua poesia:

Le genti, che è pelle tengono un guscio,
che serpeggian pel mar, di tutte è fama,
che crescendo la luna nel suo cerchio s'empian di carne,
ed abbian maggior casa; e ch'allo incontro
scemando la luna si corrughino in più meschine membra,
tale è la nicistà di lor natura. Di queste, parte i marangoni
colgono con le man dalla arena [...][6]

2.4. *Raccolta delle spugne*

Le immersioni finora ricordate, per la modestia delle profondità raggiunte e per la brevità dei tempi di permanenza sott'acqua (sempre inferiori rispettivamente ai 20 m ed al paio di minuti), non richiedevano alcuna decompressione in fase di risalita. Si impongono tuttavia alcune osservazioni: dal momento che il blocco respiratorio va dall'istante della completa immersione in acqua all'uscita, è ovvio che per aumentare il tempo disponibile per l'attività sul fondo si debbano abbreviare al massimo sia la durata della discesa che della risalita. Essendo la densità del corpo umano inferiore a quella dell'acqua, ne consegue che per immergersi occorre aumentarla, risultato ottenuto con adeguata zavorra che determina perciò una rapida discesa verso il fondo, per poi liberarsene per emergere, risucchiati verso l'alto. Le due fasi implicano perciò un unico elementare mezzo, una grossa pietra: quando solidale al sub ne provoca la discesa rapida, quando abbandonata sul fondo determina una risalita quasi altrettanto rapida. Per ragioni di opportunità, non essendo possibile trovare pietre sulla superficie del mare, tant'è che saranno sostituite da pesi di piombo, quella utilizzata come zavorra veniva legata a una fune, consentendone perciò il recupero dopo l'abbandono e l'emersione del sommozzatore. La fune, inoltre, gli dava una sensazione di sicurezza, sia indicandogli la risalita, sia consentendo in casi di emergenza di essere issato in superficie suo tramite.

Oppiano fornisce la più accurata testimonianza della modalità di immersione seguita dai pescatori di spugne in questi termini:

Con lunga fune sopra mezza coscia uomo si cinge, e leva ad entrambe le mani: con l'una intorno ghermendo pesante fusione di piombo, e colla destra mano stende un'acuta e grossa falce; e serba in le ganasce sotto bocca candido grasso; e fermo su la prua esaminando sta l'onda marina, volgendo nella mente, e ruminando il gravoso travaglio e l'acqua immensa. Il confortano, e spronano con parole arditamente alla fatica; quale persone, ch'ormai sia posta nel corso, che sia perita in snellità di gamba. Ma quando preso avrà nel cuore l'ardire, salta nell'onde tempestose e fiere, e'l tira giuso, d'andar là bramoso, l'impeto del canuto e grave piombo. Ma egli giù avanzatosi nel fondo, l'unto ne sputa, e quello forte lustra, e lo splendor si mescola coll'acqua, qual panello di notte per lo scuro illuminante l'occhio; egli agli scogli fatto vicino, scorge allor le spugne. Nascono queste negli estremi piani attaccate in caverne, e loro è fama aver respiro, come tutti gli altri che nascono nell'umide caverne: ed assalendo tosto colla falce taglia

[6] Da Oppiano, *Halieutica*, V, 265.

Nella pagina a fianco: *resti archeologici a Kos, in Grecia.*
Sopra: *immagini tratta da un codice di Oppiano.*

con grassa e robusta mano, qual mietitore, delle spugne il corpo; né bada punto a soggiornare; e il canapo muove velocemente, su ai compagni accennando, che presto lo ritirino.[7]

Nella raccolta delle spugne la procedura seguita consisteva nel gettare in acqua la pietra la quale trascinava il sommozzatore sul fondo. Una volta qui, lasciata la pietra ma non la fune che restava fissata intorno ai suoi fianchi, afferrava con la massima rapidità le spugne che stavano all'intorno, collocandole in una apposita e capiente rete. Esaurita l'autonomia, con un strappo alla fune l'uomo comunicava all'aiutante a bordo della barca appoggio, per lo più un parente, di procedere al recupero suo e del pescato tirando la fune. La semplicità dell'attività ben descritta da Oppiano non deve intendersi per questo scevra di rischi e di insidie, essendo proprio nella contrazione dei tempi di discesa e di risalita insiti quelli più deleteri. Sempre Oppiano si sofferma sui rischi che correvano quei poveri pescatori con queste parole:

Ora di quelli, che tagliano le spugne, non penso ch'altro giuoco sia, e battaglia peggior, né più infelice agli uomini opera, e degna di pietate: i quali in pria, quando al lavoro si accingono, si nutrono di cibo, e her più debole, né con sonno ordinario ammorbidisconsi. Come quand'uomo s'accinge ad agone canoro tenendo opera febea di vago canto, da cetra vagamente accompagnato, gli è a cuor tutto del vitto il buon governo, e ingrassando per i ludi, in tutto serba la melodia di ben sonora voce. Sì questi in diligenza fan di vita buona guardia, e governo, e buon rinfresco acciò loro duri il fiato andando al fondo, illeso, e della prima loro fatica abbiano refrigerio, o si rifocillino.[8]

Scendere velocemente trascinati da una zavorra, come nella bella descrizione di Oppiano, impedisce la compen-

[7] *Ibidem.*

[8] *Ibidem.*

sazione della pressione tra l'aria contenuta nell'orecchio medio-interno e l'acqua esterna, per cui già dopo i primi 5 m l'incremento della pressione idrostatica determina una contrazione dell'aria interna all'orecchio che provoca un crescente dolore, il cui apice coincide nei casi più gravi con la rottura della membrana del timpano. Con un minimo di esperienza e di conoscenza teorica questo rischio si elimina operando una adeguata compensazione forzata, mediante la quale, chiudendo le narici e soffiando con energia, si costringe l'aria contenuta nella faringe ad entrare nell'orecchio medio sotto pressione, equilibrando così quella dell'acqua. Ma questo elementare rimedio non era né praticato né noto nell'antichità, per cui risultavano frequenti sia le lacerazioni del timpano che le otiti baro-traumatiche. Da notare, infine, che tale dolorosa lesione si può avere in discesa per eccessiva introflessione, provocata dall'acqua penetrata attraverso il timpano, con fuoriuscita dall'orecchio di bolle d'aria mista a sangue, sia in salita per eccessiva estroflessione, causata dall'aria contenuta nell'orecchio con conseguenti forti vertigini e impossibilità a conservare la posizione eretta.

Per svellere le spugne dai fondali veniva adoperato una sorta di falcetto, o in casi meno frequenti uno stiletto molto acuminato. Quest'ultimo si impiegava anche nelle situazioni di emergenza, come ad esempio se impigliati in una fune o attaccati da animali feroci, per tutti gli squali. Plinio non manca di rievocare la narrazione di uomini che, prima ancora di trovarsi di fronte l'aggressiva creatura, avrebbero scorto sulle proprie teste una sorta di nube opprimente che impediva la veloce risalita. Forse era lo squalo stesso che così si accingeva ad attaccare, e a quel punto l'unico modo per salvarsi consisteva nel colpire per primi l'animale con l'anzidetto stiletto. Così Plinio:

> *La maggior parte degli squali attacca, con enorme pericolo, chi si immerge in mare. Queste persone dicono che una sorta di nebbia gradualmente si addensa sopra le loro teste, assumendo l'aspetto di un qualche tipo di animale simile al pesce piatto, e che, spingendoli verso il basso, gli impedisce di ritornare alla superficie. È per questa ragione che portano con loro dei pugnali che sono molto affilati sulla punta, e attaccati con stringhe; poiché se non pungono questa cosa con l'aiuto del pugnale non potrebbero liberarsi. Tuttavia giudico queste credenze opere del buio e della paura. Perché nessuno è riuscito a trovare tra le creature viventi il pesce nebbia o il pesce nuvola, così chiamano questo pericolo.*[9]

L'interminabile sequenza di stragi operate dagli squali, suggerì a Plinio di approfondire l'argomento, dilungandosi proprio sulle modalità della loro aggressione in questi termini:

> *E se non bastasse vi sono gli squali e altri mostri marini che attaccano coloro che osano avventurarsi nelle profondità del mare. i subacquei tuttavia hanno terribili combattimenti con i pescecani che attaccano l'inguine, i piedi e le parti più banche del corpo. L'unica maniera per assicurarsi la salvezza è andare fermamente verso di loro, e così prendendo l'iniziativa attaccarli direttamente e nello spaventarli a loro volta. Questi animali hanno paura dell'uomo nella stessa misura in cui l'uomo allora ispira terrore, e così tra le onde la partita è pari. Ma è nel momento in cui il sommozzatore ha raggiunto la superficie che il pericolo è molto più grande perché perde*

[9] Da G. Plinio Secondo, *Naturalis Historia*, lib. IX, 151.

Nella pagina precedente ed in questa: *un'illustrazione tratta da una copia medievale delle opere di Oppiano, nella quale viene mostrato un sommozzatore in azione.*

la possibilità di attaccare il suo avversario mentre tenta di uscire dall'acqua, e la sua unica possibilità di salvezza sono i suoi compagni che lo tirano su con una fune legata sotto le sue spalle. Mentre sta lottando in acqua, la scuote ripetutamente con la sinistra per dare il segnale di pericolo, mentre con la destra afferra il pugnale con il quale si difende. All'inizio i tratti di corda sono moderati ma non appena è arrivato vicino alla chiglia della barca, se non lo tirano su di colpo velocemente lo vedono inghiottire dalla bestia. E spesso, quando è già emerso viene strappato dalle loro mani se lui stesso non aiuta l'opera dei suoi soccorritori raggomitolandosi a mo' di palla. Altri invece prendono il tridente ma quella bestia mostruosa ha l'abilità di andare sotto la barca e di combattere così da una posizione riparata.[10]

Basilare, perciò, in quelle acque una rapida risalita che Aristotele mutua dalla tecnica usata dai delfini dopo immersioni profonde:

I delfini li inseguono giù nelle acque profonde nella loro insaziabile fame, ma quando il nuoto necessario per risalire è troppo, contengono il loro respiro, come se ne calcolassero la durata, e poi lo fanno uscire tutt'insieme con uno sforzo e lo sparano come una freccia, cercando di fare la lunga risalita rapidamente per respirare, e in questo sforzo balzano fin sopra l'albero di una barca, se questa è nelle vicinanze. Lo stesso fenomeno si osserva nei subacquei, quando scendono in acque profonde, si sentono trasportati anche loro con una grande velocità, proporzionale alla loro forza (nel trattenere il fiato).[11]

La sensazione di rapido trascinamento verso la superficie avvertita dai sommozzatori è per noi una chiara conseguenza dell'azione simultanea della legge sulla spinta idrostatica di Archimede e la legge sul volume dei gas compressi a temperatura costante di Boyle-Mariotte. Stando, infatti, anche al Manuale Federale di Immersione: "*il corpo umano in superficie, a polmoni pieni, è in assetto positivo; in immersione i gas contenuti nei polmoni e nei visceri cavi diminuiscono di volume all'aumentare della pressione, l'assetto diviene dapprima neutro, poi, aumentando la profondità, negativo; staccandosi dal fondo, da una certa quota in poi, il tuffatore riceve una spinta che ne agevola la risalita. Nelle immersioni profonde queste variazioni sono più marcate.*"[12]

[10] Da G. Plinio Secondo, *Naturalis Historia*, lib. IX, 70.

[11] Da Aristotele, *Historia Animalium*, IX, 35.

[12] La citazione è tratta dal Manuale Federale d'Immersione, FIPSAS 2004. Nel manuale di parla anche delle immersioni effettuate con Autorespiratore a Ossigeno, sistema usato dagli incursori subacquei italiani della X Flottiglia Mas, come sarà esposto nella parte ottava.

In alto: *mosaico di epoca imperiale romana, raffigurante un pescatore attaccato da un grosso pesce. Tunisi, Museo del Bardo.*
Sotto: *Porifera Phylum, meglio note come spugne.*

2.5. *Raccolta del corallo*

Al pari della pesca delle perle, che innumerevoli generazioni di donne hanno condotto con sistemi tradizionali immutati per millenni, anche la cosiddetta pesca del corallo è andata avanti con tecniche anch'esse invarianti per millenni. Per entrambe le attività, ma soprattutto per la seconda, data l'importanza che ha rivestito nell'economia del Meridione, quell'arcaica attività è cessata con l'avvento delle barche a motore e delle tecniche di immersione individuali con autorespiratori, e collettive con minuscoli sommergibili da ricerca, lasciandosi alle spalle le sue ancestrali origini. Fra le prime testimonianze, infatti, spiccano gli amuleti sepolcrali, risalenti non di rado a 30.000 anni or sono, frammenti di corallo, raccolto sulle spiagge dopo qualche mareggiata dai nostri antenati. A partire dal 4 millennio a.C. la presenza del corallo nel repertorio ornamentale assume una sistematicità ed intenzionalità incontrovertibile, conferma di una valenza apotropaica e scaramantica ormai acclarata, sempre correlata alla sua sanguigna colorazione. Del resto, in epoca notevolmente più recente, la mitologia greca ravvisò nell'inconfondibile rossa formazione il sangue della Gorgone decapitata da Perseo, rappresosi nel mare!

Per la razionalità romana la configurazione arborata e ramificata del corallo valse a meritargli una più consapevole interpretazione e la collocazione nel regno vegetale, tanto più che, secondo alcune ingiustificate credenze, la consistenza lapidea conseguiva l'estrazione dall'acqua dove, invece, risultava alquanto flessibile, in perfetta concordanza con una vera pianticella. Plinio il Vecchio, sebbene confondesse la sua esatta definizione, oscillando tra quella di pirite e di dendrite, ne tramandò, se non altro, con sorprendente competenza le località di pesca, indubbia testimonianza della crescente rinomanza e notorietà. Da quei giorni innumerevoli studiosi si cimentarono nel descriverne le caratteristiche formali, di giacitura e soprattutto di supposta efficacia officinale, poiché sempre in

Sotto: *Corallo rosso del Mediterraneo.*

ossequio al suo vivido rosseggiare, il corallo continuava a suggerire uno stretto nesso con l'energia vitale e quindi un eccezionale apporto nella farmacopea[13].

Somigliante formalmente a un nodoso ramo di quercia, equiparato per virtù terapeutiche a un'erba portentosa, la natura vegetale non fu d'allora più messa in discussione assurgendo da acuta ipotesi a certezza scientifica. E l'avventura del corallo a sollievo delle sofferenze umane decollò, acquisendo progressivamente mirabolanti proprietà. La sua pesca divenne, per conseguenza, in breve volgere talmente remunerativa da ammantarsi di segretezza. La vicenda per la sua rilevanza vuoi commerciale vuoi artistica, costituendo da sempre il corallo un prezioso ornamento, soprattutto ma non esclusivamente femminile, nonché un ricercato amuleto e non di rado un farmaco, -che peraltro ancora si produce-, merita una breve digressione concentrandosene quasi il monopolio della raccolta e della lavorazione in una cittadina alle pendici del Vesuvio al centro del golfo di Napoli.

Il rapporto che lega Torre del Greco con il corallo potrebbe motivatamente definirsi di corrispondenza biunivoca. È emblematico, infatti, che le fonti inizino confusamente a certificare l'appellativo 'del Greco', in sostituzione del più remoto 'Octava', quasi contestualmente al coinvolgimento di alcuni suoi abitanti nella pesca del corallo. Come pure che lo sviluppo socio-economico della cittadina segua, per grandi linee, nel corso dell'età moderna l'incrementarsi dell'attività corallifera. Conseguenza, in ultima analisi, apparentemente imputabile all'impiego generalizzato dei suoi abitanti nel settore, dalla raccolta in mare alla lavorazione in città per finire alla commercializzazione nel mondo. Ma tale conclusione può soltanto parzialmente accogliersi poiché la vicenda fu ben diversa,

[13] Per approfondimenti cfr. F. Russo, *L'oro rosso di Torre del Greco. Aspetti militari della pesca del corallo*, supplemento della Rivista Marittima, novembre 2002.

In alto: *Torre del Greco nei primi anni del '900*.
Nella pagina a fianco: *antica stampa raffigurante la pesca del corallo*.

caratterizzata, per alcuni secoli, da una insormontabile estraneità dei torresi alla fase più remunerativa e specialistica, ovvero quella della valorizzazione del corallo ancora grezzo, nonostante la indiscussa supremazia conquistatasi nella ricerca e nella raccolta. Anche a un'indagine superficiale non sfugge, infatti, che mentre quest'ultima fase impegnò fin dall'Alto medioevo un crescente numero di suoi marinai in campagne progressivamente più lontane dal golfo di Napoli, la lavorazione industriale dell'ambitissima formazione risale appena agli albori del 1800. E solo dopo l'Unità d'Italia, Torre del Greco assurgerà a capitale incontrastata della gioielleria corallina, al punto da rendere quasi pleonastica l'accennata correlazione, perdendo nel frattempo quasi ogni ruolo nella raccolta sui fondali marini.

Agli inizi dei nostri anni novanta con quasi 150 aziende, tra medie e grandi, nelle quali trovano occupazione circa 5.000 addetti, con un fatturato annuo di 350 miliardi, per almeno due terzi provenienti dall'esportazione, la lavorazione del corallo rappresenta ormai una realtà produttiva tra le maggiori della Campania. Quanto alle celebri coralline, queste sono un romantico ricordo, essendosi pressoché conclusa la partecipazione diretta dei marinai torresi all'approvvigionamento del grezzo. In definitiva le due attività complementari ostentano soltanto un secolo e mezzo di interdipendenza, pur confermandosi nella cittadina, per quanto precisato, immutato il ruolo economico trainante del corallo oggi come quattro secoli fa. Il che potrebbe spiegarsi con l'osservare che, tanto alle spalle della pesca quanto della lavorazione e commercializzazione del corallo, al di là delle rispettive genesi distanti e distinte, giocò un ruolo determinante la morfologia del territorio, certamente splendido ma insufficiente a sostenere un gran numero di abitanti e, per giunta, reiteratamente inaridito dalla lava. E, forse, fu proprio quella sinistra precarietà dei beni immobili e delle rendite fondiarie a istigare prima e acutizzare poi lo spirito mercantile dei locali, tanto contrastante con la endemica passività partenopea.

Stretti tra mare e Vesuvio, i campi periodicamente devastati dalle eruzioni, sempre poveri i raccolti, i torresi ben presto compresero che la possibilità di sopravvivere al fuoco della montagna dipendeva, paradossalmente, dal trarre profitto dall'acqua del mare. Come per Amalfi, infatti, stretta tra il mare e i monti, la produzione agricola si confermò sempre insufficiente, se non per la fame almeno per le ambizioni dei più intraprendenti abitanti. A differenza della Repubblica, però, nella cittadina vesuviana non si determinò l'insorgere di una intrapresa commerciale mediterranea[14], ma l'avvio d'una singolare e più suggestiva avventura: la ricerca e la raccolta del corallo. Lontani dalla loro terra, lontani da ogni terra amica, privi di credibili protezioni, diplomatiche o militari, perfettamente consci degli immani pericoli che in ogni istante della spossante giornata lavorativa li sovrastavano, i corallai osarono sfidarli. Spesso pagarono con una morte atroce tale sprezzo, spesso non rividero più le loro case concludendo la misera esistenza nella estrema aberrazione della schiavitù nordafricana, senza per questo rinunciare mai alla loro 'vocazione', promuovendo, lentamente ma irreversibilmente, Torre del Greco a capitale mondiale del corallo, senza peraltro essere stati tra i promotori dell'ascesa ma forse tra le ultime vittime, risalendo il suo avvento quasi al prologo dell'età contemporanea.

Vuoi in seguito alle esperienze maturate da compaesani arruolati nelle ciurme di battelli genovesi, vuoi come elaborazioni delle altrui avventure in materia, vuoi, infine, per connaturale indole speculativa, di sicuro allo scadere del Medioevo nel porticciolo della piccolo borgo vesuviano iniziarono a ormeggiarsi le prime coralline.

La particolarissima pesca, definizione certamente impropria ma priva di più calzanti oltre a raccolta, non costituiva una novità assoluta. Il rinvenimento del corallo all'interno dello stesso Golfo, del resto, appariva all'epoca ben lungi dall'esaurimento[15]. Lungo la penisola sorrentina, e soprattutto lungo la sua alta costa del versante amalfitano, i banchi capaci di fornire discrete quantità di corallo non difettavano, e non richiedevano alcuna complessa attrezzatura per impossessarsene..

Tutti in qualche modo sapevano della loro esistenza e delle modalità di estrazione, come pure del suo ingente valore di mercato, ricercatissimo componente per le più portentose medicine[16], ma gli abitati della costa ne mo-

[14] È interessante ricordare che anche ad Amalfi l'affermarsi del commercio dovette superare alquante remore di natura etica. G. IMPERATO, *Amalfi e il suo commercio*, Salerno 1980, a p. 24 scrive: "*le conquiste morali dei commercianti furono lente e limitate. La loro ricchezza era considerata meno dignitosa di quella dei proprietari terrieri... Anche la Chiesa inizialmente, se non direttamente, condannò la vita commerciale... perché vi era un pericolo per l'anima... Una potenza commerciale così promettente di una piccola città marinara, che si sviluppa con insolita ampiezza... derivò evidentemente dalla conoscenza del mondo mediterraneo e soprattutto da una politica vigorosa e realista della classe dominante.*" Valutazione che per analoghe considerazioni risultano calzanti anche per Torre del Greco.

[15] Ricordava F. CAVOLINI, *Memorie per servire alla storia de' polipi marini*, Napoli 1785, di un suo esperimento consistente nel gettare in mare nei pressi di Castel dell'Ovo alcune stoviglie di porcellana, affinché pescate alcuni anni dopo ricoperte di corallo fossero esposte nei musei di storia naturale.

[16] Una dettagliata esposizione dell'uso farmaceutico del corallo fu

Modello di Corallina di Torre de Greco

nopolizzarono a lungo la pesca dissuadendo i potenziali concorrenti. È solo con l'età moderna che il ruolo dei corallai torresi inizia a manifestarsi prepotentemente, accreditandosi dovunque reputazione di competenza e di intraprendenza. I banchi corallini della Sardegna[17] divennero così lo scenario lavorativo abituale dei marinai torresi, che per quasi tre secoli anno dopo anno, generazione dopo generazione, vi si avvicenderanno ad ogni estate. Ma nel frattempo altre coralline salpate dal porticciolo alle falde del Vesuvio tenteranno la sorte con campagne di pesca lungo le marine siciliane, calabre, laziali e persino toscane. E temerariamente lungo le temutissime coste nordafricane, viste all'epoca come limite degli inferi.

In nessun caso la presenza del corallo sembra del tutto ignota, ma non per questo a portata di mano dei pescatori. Si sapeva, perfettamente dell'esistenza di un isolotto denominato Tabarca[18], a ridosso della costa tunisina, sul quale una colonia genovese prosperava pescando il corallo dei paraggi. E si sapeva, altrettanto dettagliatamente, che le sponde rocciose meghrebine ne pullulavano, quasi un facile tesoro alla discrezione dei primi cercatori. Ma si sapeva, pure e più precisamente, dei terribili rischi che la contiguità di quei banchi con le più tristemente celebri basi corsare barbaresche[19] rappresentava per gli incauti violatori. Per decenni il bilancio tra la prospettiva di lauti profitti e quella di una interminabile schiavitù valse a scoraggiarne la stagionale frequentazione, ma alla fine la temerarietà dei corallai, e dei torresi in particolare, superò ogni sensata remora.

Muniti di improbabili garanzie diplomatiche e di approssimate scorte armate, calarono l'ingegno e trassero il corallo. Molto il pescato, molte le vittime. Tanti torresi conobbero l'efferato supplizio del remo a bordo delle galere e delle fuste barbaresche, tanti altri finirono massacrati, stritolati nella grande contrapposizione mediterranea. Trascorsero così il XVII ed il XVIII secolo, e soltanto all'avvento del XIX qualcuno si cimentò a Torre del Greco a trasformare direttamente il corallo grezzo in un prodotto ornamentale finito.

Anche in questo caso i precedenti, sia pure sporadici, non difettavano. Difettava invece la sistematicità e la coordinazione dell'attività, necessariamente da impostarsi su criteri proto-industriali[20]. La rapidissima fortuna arrisa a quelle prime iniziativi ne incentivò immediatamente di simili ed in pochi decenni l'intera cittadina si trasformò in una sorta di indifferenziato laboratorio a ridosso dell'ormeggio della più rinomata e numerosa flotta corallina. Da gioiello del mare a vezzo femminile il corallo da allora iniziò e concluse la sua vicenda extramarina sempre fra mani torresi, dure e nodose dei pescatori, morbide e delicate degli incisori.

La raccolta del corallo, che in una ampia escursione batimetrica si sviluppa fino al limite di penetrazione della luce, in carenza di idonee tecniche subacquee, doveva necessariamente effettuarsi dalla superficie tramite tentativi casuali e strumenti approssimati. È senza dubbio questo l'aspetto più somigliante alla remotissima attività peschereccia propriamente detta, diversificandosene per il resto per gli attrezzi, per le modalità e per la estrema limitazione dei siti propizi. Prima dell'invenzione di un rudimentale ordigno capace di svellere i preziosi rami dai supporti rocciosi, si impiegò una sorta di sacca con bocca ferrata, in grado di frantumare e raccogliere il corallo, rigidamente vincolata ad una lunga pertica manovrata da bordo. Ogni uomo con la sua sola modesta forza rastrellava il fondale, almeno quello non superiore ai 4-5 m, asportandone il corallo che poteva.

La soluzione fu un semplicissimo congegno -non a caso detto 'ingegno'- formato da due pesantissime travi giuntate a croce di S. Andrea, opportunamente zavorrato e fissato a una lunga cima, fornita di otto reti alla estremità, e di trenta altre pensili alla metà delle braccia e del centro, tramite le quale riusciva possibile dragare il fondale a ragguardevole profondità.

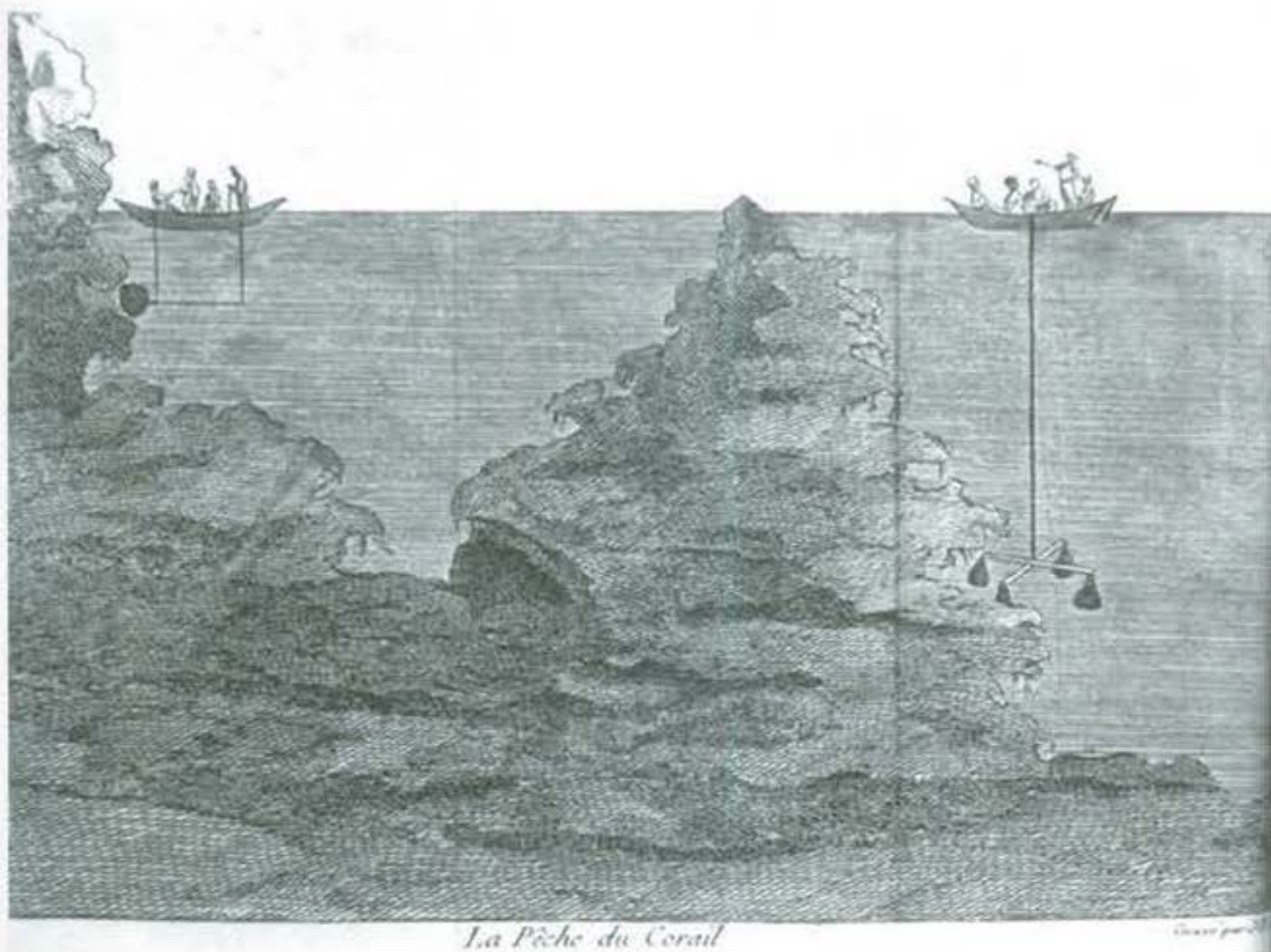
Muniti di siffatto ordigno di aratura e raccolta subacquea i corallai iniziavano la loro faticosa giornata in questa maniera: "*ogni volta che l'ingegno si getta, tosto i marinari levano la vela e corrono col vento. Quegli a cui è affidato il pescare, e che tiensi dal lato della gomena discesa, come prima s'avvede di aver incontrato lo scoglio dalla resistenza*

composta in latino nel XVII secolo, da G. L. Ganz, *Storia dei coralli*, traduzione a cura di A. Filippin, Napoli 1988, pp. 47-112.

[17] Per approfondimenti sul dispositivo difensivo schierato dai corallari in Sardegna, cfr. F. Russo, *La difesa costiera del Regno di Sardegna dal XVI al XIX secolo*, Roma 1992, pp. 112-115.

[18] Sulle vicende storiche di Tabarca e dei suoi abitanti cfr. E. Luxoro, *Tabarca e Tabarchini*, Cagliari 1977, pp. 75-102.

[19] Ua accurata ricerca sull'economia delle città stato corsare barbaresche è stata pubblicata da C. Manca, *Il modello di sviluppo economico delle città barbaresche dopo Lepanto*, Napoli 1982, pp. 6 e sgg.

[20] Quanto grave fosse alla fine del XVIII secolo tale carenza lo dimostra il motivato rimpianto espresso da L. Rebuzy, *Il corallo e la sua industria (1923)*, rist. Napoli 1988, p. 55: "*Nel 1880-1881, periodo in cui la pesca del corallo raggiunse il suo punto culminante... Torre del Greco avrebbe potuto accumulare grandi ricchezze e maggiori di quelle che raccolse, se tutti, dagli abitanti alle personalità più colte, dai tecnici ai dirigenti dello stato avessero compreso e si fossero resi conto dell'importanza dell'industria del corallo...*"

La Pêche du Corail

che ne sente; grida s'ammainasse dicendo leva leva, e così tutti spacciatamente adoperandosi, fermano il preso cammino scendendo avaccio le vele. Allora incominciano a tirar su un poco l'ingegno e ricalarlo di poi per fare che le reti abbrancassero; e sì replicatamente facendo, scorrono e rovistano tutta l'altezza di quello, ed ora più innanzi ora più indietro trascorrendo, giovandosi alcun poco de' remi, tirano finalmente su l'ingegno dopo aver pescato per un'ora. L'arte di chi regge la pesca è di fare che la croce di molto lavorasse; e dove lo scoglio è a picco, ingegnarsi che s'attaccasse e fermasse in alcun lato di esso. Ogni discesa dell'ingegno denominasi cala, forse come abbreviativo di calata che vale tutto il tempo che l'ingegno è stato sotto a pescare, per modo che dicesi di aver fatto in un tal giorno quindici o venti calate. Nel venir su l'ingegno tra molte erbe e frantumi di scogli ed altre cose di mare, spesso pure alcun grosso pesce di poco conto raccoglie qualche filo di corallo...

Quando in una sola cala si avesse a ricavare cinque o sei once di corallo, dicono i marinari esser profittevole la pesca, ed in questa congiuntura non lasciano più quello scoglio fin che non l'hanno tutto ripulito..."[21]

La massacrante fatica a cui erano sottoposti i corallai appare a questo punto nella sua piena evidenza: già quindici calate implicano almeno altrettante ore di sforzi, senza contare il governo dell'imbarcazione. Intuibile pure l'estrema concentrazione che tale attività richiedeva per garantire quel minimo rendimento e la rigida cooperazione richiesta all'intero equipaggio.

[21] La citazione è tratta da P. BALZANO, *Il corallo e la sua pesca*, rist. Napoli 1988, p. 108.

In alto: *la prima raffigurazione dell'ingegno e dei metodi di pesca usati nel '700. Da un'incisione di Jaques-Philippe Le Bas.*

PARTE TERZA
ATTIVITÀ SUBACQUEE MILITARI

3.1. *Guerra subacquea*

Restando alle immersioni mediterranee, va osservato che l'avvalersi di sommozzatori[1], al di là del ricorrente taglio delle gomene delle ancore, (all'epoca grosse pietre legate a una spessa fune) che le fonti tramandano in vari episodi bellici al punto da farlo assurgere a precipua tattica di guerra navale, ostentò una vasta gamma di manifestazioni. Spicca, fra le tante tramandatici dagli storici in maniera più o meno dettagliata, quella attuata durante l'assedio dell'isola *Sfactéria* nel 425 a.C., allorquando i sommozzatori riuscirono a garantire il vettovagliamento della guarnigione spartana, trascinando otri carichi di viveri, operazione così descritta da Tucidide:

> *Essi avevano anche dei sommozzatori che attraversavano il porto tra le due acque e questi, con una fune, trainavano degli otri carichi di papaveri spalmati di miele e di grani di lino schiacciati. All'inizio passavano inosservati, ma in seguito fu stabilita una stretta sorveglianza per bloccare quel traffico.*[2]

Un accenno all'impiego di sommozzatori militari, sebbene in epoca molto più recente, lo si trova anche in due brani, rispettivamente di Diodoro Siculo e di Tito Livio, inerenti ad un episodio accaduto nel 168 a.C., allorquando l'ultimo re macedone, tal Perseo, attaccato dai Romani e presagendo un'imminente cattura, impose di gettare in mare il tesoro reale custodito a Pella. Svanito il pericolo e mutata di conseguenza la risoluzione, ne ordinò il recupero ai sommozzatori, facendoli uccidere subito dopo conclusa l'operazione. Questa la ricostruzione del primo autore:

> *Perseo tenendo per rovinate le sue cose, e caduto in profondo avvilimento d'animo ordinò a Nicone (App. Nicia) suo tesoriere, che quanto tesoro e denaro trovavasi in Faco gettasse in mare; e così inviò Andronico, uno delle sue guardie, a Tessalonica affinché immediatamente facesse bruciare l'arsenale. Ma questi, adottando una più prudente risoluzione, rinviò l'esecuzione dell'ordine, sperando di fare cosa gradita ai Romani...*[3]

Più dettagliato Tito Livio:

> *Perseo, rimesso finalmente l'animo da quello spavento che lo aveva come sbalordito, avrebbe desiderato che si fosse disobbedito ai suoi comandi, quando ordinò per la paura che a Pella si gettassero in mare le sue ricchezze e fosse dato fuoco agli arsenali di Tessalonica... A Pella Nicia era stato più incauto gettando in mare tutto il denaro che aveva trovato; se non che sembrò caduto in errore emendabile, perché ne fu recuperato quasi interamente grazie a dei sommozzatori. E tanta vergogna ne provò il re di quella sua pavidità che fece sopprimere segretamente quei sommozzatori, e poi anche Nicia ed Andronico, affinché non restasse nessun testimone di quell'insensato ordine...*[4]

[1] Il termine *sommozzatore* è abbastanza recente, risalendo a poco prima della Seconda guerra mondiale e deriva dal napoletano *sommozzare* che significava *spingersi verso il fondo marino per pescare*, più in generale *tuffarsi nell'acqua*, vocabolo che a sua volta sembrerebbe derivare dal latino volgare *subputeare*, da *sub* e *puteo* rispettivamente sotto e pozzo, quindi chi si immergeva o tuffava nei pozzi.
[2] La citazione è tratta da TUCIDIDE, *Storia della guerra del Peloponneso*, lib. IV, 26.

[3] Da DIODORO SICULO, *Bibliotheca historica*, lib. XXVI.
[4] Da TITO LIVIO, *Ab Urbe condita*, XLIV, 10, 3.

Nella pagina a fianco: *antica ancora costituita da un blocco di pietra forata.*

3.2 L'olio dei sommozzatori

In epoca ancora più recente, come certifica un'epigrafe su una lastra marmorea rinvenuta presso il *Portus Tiberinus*, anche i Romani si dotarono di un corpo di *urinatores*, cioè di subacquei specializzati in recuperi da navi affondate e, all'occorrenza, in incursioni insidiose. Quel curioso nome, stando a M. Terenzio Varrone[5], gli derivò da *urinari est mergi in aquam* ovvero è tale chi si immerge nell'acqua, tant'è che dalla stessa radice deriva pure *urina* in latino arcaico acqua, da cui *urnae* le brocche utilizzate per attingere l'acqua, utilizzate in seguito come panciuti vasi per deporvi le schede elettorali. Ciò premesso questi i testi di alcune epigrafi relative:

6169-A Publio Aufidio Forti figlio di Publio della tribù Quirina, per decreto dei decurioni, decurione, duo viro, patrono della corporazione dei misuratori, dei fornitori di grano e dei sommozzatori, questore dell'erario ostiense, prefetto patrono delle corporazioni ostiensi dei misuratori, dei fornitori di grano, e dei sommozzatori, decurione scelto nella regio Ippona d'Africa, la corporazione dei misuratori e dei fornitori di grano, il quinquennale perpetuo.[6]

7266-A Tito Claudio Severo della tribù Esquilina, littore decuriale, patrono delle corporazioni dei pescatori e dei sommozzatori, per la terza volta quinquennale della stessa corporazione, per i suoi meriti, perché per primo pose due statue, una di Antonino Augusto nostro signore, un'altra con Claudio Ponziano figlio suo cavaliere romano, e in più donò allo stesso corpo dieci mila sesterzi perché dai loro interessi ogni anno nel giorno del suo natalizio il 16 gennaio siano divise sportule per ciascuno, tanto più che la navigazione delle imbarcazioni per la sua diligenza è stata acquisita e confermata, per decreto dell'ordine e della corporazione dei pescatori e dei sommozzatori di tutto l'alveo del Tevere, ai quali è lecito il diritto di assemblea per senatoconsulto, a sue spese.[7]

Più strana ancora del loro strano nome era la prassi dei sommozzatori, tramandata da Plinio, che sia pure indirettamente ne avalla la vasta diffusione: consisteva, infatti, nell'immergersi con la bocca piena di olio che, espulso dalle labbra in prossimità sul fondo, attenuando il moto vorticoso dell'acqua la rendeva più trasparente. Così al riguardo:

In generale viene placato dall'olio, e per questo i sommozzatori ne spargono con la bocca, infatti mitiga l'aspra natura del mare e ridà luce[8]

Che non si tratti di una svista del grande naturalista si può desumere dalla conferma che si legge nelle pagine di Plutarco, che così la esponeva:

(L'olio) se spruzzato sulle onde, calmerà il mare, ma non, come afferma Aristotele, a causa della sua untuosità che fa sì che il vento ci scivoli sopra; ma perché le onde sono dissipate quando sono avvolte da una qualunque sostanza umida. Ma è caratteristica dell'olio fornire luce e visibilità nel fondo perché (nell'olio) le particelle di umido sono frammezzate con l'aria; è così infatti che non fornisce luce solo a quelli che passano la notte in mare; ma anche ai pescatori di spugne al di sotto della superficie quando lo soffiano fuori dalle loro bocche.[9]

In alto: *frammento di lapide romana ad Ostia Antica con l'inscrizione del Corpo degli Urinatores.*

[5] Da M. Terenzio Varrone, *De Lingua latina* V, 7,126.

[6] *Corpus Inscriptionum Latinorum*, XIV, 303 suppl. 4620.

[7] *Corpus Inscriptionum Latinorum*, VI, 1872.

[8] Da G. Plinio Secondo, *Naturalis Historia*, lib. II, 234, 7.

[9] Da Plutarco, *Moralia*, vol. XII, Harvard, Loeb Classical Lybrary Edityion 1957.

La testimonianza più chiara è quella di Oppiano:

serba nelle ganasce sotto la bocca candido grasso [...] Ma egli giù avanzatosi nel fondo, l'unto ne sputa, e quello forte lustra, e lo splendor si mescola coll'acqua, qual panello di notte per lo scuro illuminante l'occhio.[10]

Il fenomeno finì per interessare anche reputati studiosi, tra i quali persino Emanuele Kant che volle approfondire la questione con una accurata ricerca. Questo il suo scritto in merito:

L'olio calmava le onde del mare, e narrano che i marangoni prendevano sempre un poco di olio in bocca per abbonacciare l'acqua sopra il loro capo, e per renderla più trasparente. Questo metodo si usa ancora a' tempi nostri, e con felice successo. Essendo mosso il mare, diventa oscuro e torbido sul fondo di esso, poichè i raggi di luce non possono penetrarvi. Un poco d'olio lasciato dalla bocca dei marangoni tranquilla uno spazio d'acqua sufficientemente grande sopra il loro capo, la rende trasparente, e forma quasi una finestra per la quale passano i raggi della luce. A Gibilterra ed in molti altri siti delle coste della Spagna i marinaj gettano l'olio sul mare per vedere nel fondo l'ostriche.
I marinaj scozzesi conoscono i siti ove si trattengono le aringhe dalla tranquillità del mare, la quale probabilmente è cagionata dall'olio o dal grasso di questi pesci. Il medesimo fenomeno fa sospettarne pure il freddo sul fondo del mare. I navichieri da gran tempo hanno osservato, che il corso di un vascello nuovamente calafatato mette l'acqua molto meno in movimento, che un vascello il quale da lunga pezza non fu unto di catrame. Muschenbroek dubita ancora moltissimo di questa forza tranquillante dell'olio, poichè un convojo interamente carico di olio e proveniente da Genova perì in tempo di mare grosso. Se i marinari di questo convojo hanno allora gettato l'olio sul mare, questo accidente prova l'effetto debole dell'olio sull'acqua; altrimenti o l'equipaggio ignorò interamente questo fenomeno, talchè non aprì nè anche una sola botte d'olio per colarlo sull'acqua, oppure lo credettero un pregiudizio da non prendersi nemmeno la pena di cercare con tal mezzo la loro salvezza. È ben vero quello che dice Lelyveld: «Nell'Olanda si conosce assai bene l'utile dell'olio, e se ne fa uso in varie circostanze: così conviene usarlo, salvandosi nella lancia di un vascello che va a picco, e particolarmente approdando sulla costa ove si rompono assai le onde. Quando le lance groenlandesi partono per la pesca della balena, trovasi sempre sulla prua del vascello una botticella di olio per tranquillare con esso la veemenza delle onde che impediscono la pesca, e minacciano di rovesciare la barca. Ma ne' grandi pericoli, e nelle burrasche gagliardo questo rimedio è stato trovato senza alcun effetto ed inservibile».
Ciò non ostante merita tutta l'attenzione quello che ne dice Franklin in una delle sue lettere, cioè: «Nel 1757 mi trovai in mare, circondato da una flottiglia di 90 vascelli destinati per Louisburg; osservai, che sotto due vascelli il movimento dell'acqua era uniforme e tranquillo, mentre l'acqua sotto gli altri era in gran moto cagionato dal vento; siccome non sapeva darmi alcuna ragione di questa differenza, domandai l'opinione del capitano intorno a questo proposito. I cuochi rispose egli, senza dubbio hanno gettato via l'acqua grassa, e questa avrà un poco unto i fianchi del vascello. La sua risposta però non mi era soddisfacente; ma rammentandomi di quello che disse Plinio a questo proposito, mi determinai alla prima occasione di esaminare l'effetto dell'olio sopra l'acqua. Nell'anno 1762 osservai per la prima volta la quiete che l'olio produce sull' acqua messa in movimento in una lampada che aveva appesa nella camera del capitano. Mentre io contemplava questo fenomeno, mi assicurava un vecchio capitano di vascello, che l'olio abbia la proprietà di spianare sempre la superficie dell'acqua, e che gli abitanti delle isole Bermude spesse volte impiegano questo mezzo per roncigliare i pesci ch'ei non possono vedere quando la superficie del mare è agitata dai venti: ed aggiunse, che i pescatori di Lisbona quando vogliono entrare nel Tago, allorquando le onde montano altamente sopra il banco d'arena posto all'imboccatura di questo fiume, minacciando di riempiere di acqua la barca, sogliono versare uno o due fiaschi di olio nel mare, il quale tranquilla le onde, e procura una sicura entrata nel fiume. Altronde ho pure udito che i marangoni nel mare Mediterraneo lavorando sott'acqua, ed essendo la luce del sole interrotta dalla refrazione di una quantità di piccole onde, di modo che non può penetrare fin dove lavorano, di quando in quando lasciano sortire dalla bocca un poco di olio, il quale montando in alto spiana la superficie, e fa passare i raggi di luce fin dove essi si trovano. Questo esperimento feci sopra un piccolo lago; mentre il vento vi alzò onde non indifferenti; vi versai da un piccolo fiasco un poco di olio, e vidi questo con una straordinaria celeri-

[10] Da Oppiano, *Halieutica*, V 265.

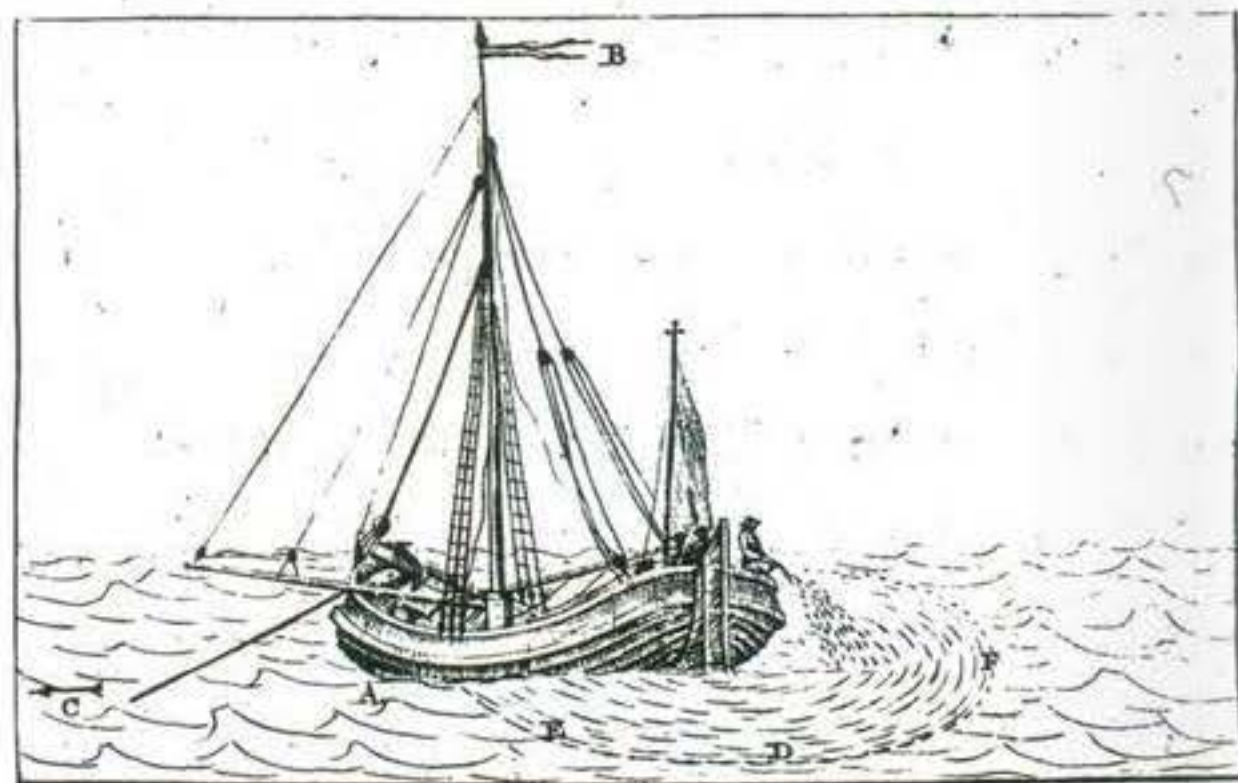
tà estendersi sulla superficie, ma esso non tranquillò le onde poiché in principio lo versai sulla parte del lago rivolta contra il vento, ove le onde erano assai grandi, ed il vento spinse l'olio verso la sponda. Mi portai dunque al lato opposto ove le onde cominciavano ad innalzarsi. Un cucchiajo di olio che vi versai produsse immediatamente la quiete in un sito di più tese quadrate, e questa gradatamente si estese fino alla sponda opposta, ed in poco tempo vidi, che l'intera superficie di questo lago, della circonferenza di un mezzo iugero, si appianò come un lago gelato.

Pare, che l'olio per mezzo della sua tenacità [per esattezza della sua tensione superficiale] *e della proprietà d'estendersi, impedisca al vento di rompere la superficie dell'acqua, finché esso non soffia con veemenza: l'olio cedendo all'impulso del vento, e dilatandosi sull'acqua rompe la di lui forza, l'impressione che riceve l'olio si comunica in modo eguale ad una grande estensione d'acqua, la quale in conseguenza non solamente si muove più lentamente, ma ben anche in modo uniforme, e tutta in una volta. In tali circostanze il vento non può produrre le prime oscillazioni e scosse, non può rompere le colonne d'acqua isolate, non può comprimere quelle ed aumentare queste: vi nascono solamente flutti grandi, e l'innalzamento delle piccole onde sulle maggiori viene in tal modo impedito. L'olio opera nell'istesso tempo sulla stessa colonna d'acqua, e la tiene in equilibrio come due legni incrociati posti sul latte o come una corona di paglia messa sull'acqua che portasi in un secchio aperto. Per mezzo dell'olio dunque è impedita l'oscillazione dell'acqua e il gonfiamento delle onde, per lo che risulta poi una superficie spianata.*[11]

Venendo ad epoche a noi più vicine, l'espediente di gettare olio sul mare per attenuarne il moto ondoso fu oggetto di studio alla fine del '700, ritrovandosi in alcune lettere di Benjamin Franklin un'analisi molto attenta degli scritti di Frans van Lelyveld, coevo studioso olandese[12].

Fino a pochi anni fa poi, questa tecnica è stata utilizzata dai pescatori calabresi per la cattura dei molluschi. In pratica, nebulizzando una piccola quantità di olio sull'acqua se ne copre una discreta superficie riuscendo così, sia pure per pochi istanti, a vedervi sotto quando il vento ed il sole lo impediscono esattamente come già facevano gli *urinatores* romani. Al di là delle facili interpretazioni quella strana tecnica per alcuni aspetti non convince. Chi, infatti, ha tentato di riesumarla la ricorda in maniera sgradevole: "*con la bocca piena di olio prima di immergersi è ovvio si debba respirare dal naso, con la conseguente impossibilità a ventilare bene e riduzione del tempo di immersione; riempiendo a metà la bocca si può ventilare entro certi limiti ma si inghiotte molto olio e ciò non è simpatico, quando poi si mette l'olio sott'acqua, a qualsiasi profondità, si espelle anche una certa quantità d'aria a scapito dell'apnea e l'olio liberato, a causa del proprio peso specifico ritorna immediatamente in superficie senza minimamente interferire sulla visibilità; una piccola quantità, a seconda della posizione della testa, entra nel naso e si appiccica ai peli del volto.*"[13]

[11] Da E. Kant, *Geografia Fisica*, Milano 1807, vol. I, p .205.
[12] J. Mertens, *Oil on Troubled Waters: Benjamin Franklin and the Honor of Dutch Seamen*, Physics Today 59-1, 2005.
[13] E. Riccardi, *Urinatores*, in II Convegno Internazionale di archeologia subacquea del Mediterraneo. Favignana 29 maggio 1985 Trapani 1985.

In basso: *un'illustrazione tratta dal saggio di Frans van Lelyveld, riguardante gli effetti dell'olio sul mare mosso.*

3.3. *La muta degli* 'urinatores'

In base alle scarne testimonianze dettagliate di cui disponiamo, sembrerebbe che gli *urinatores* indossassero, al di sopra di una sorta di rozza muta, un cappuccio o più verosimilmente un sacco, una sorta di antesignano elmo da palombaro. La sua cuspide terminava con un lungo budello, la cui estremità superiore era costantemente tenuta fuori dall'acqua tramite un adeguato galleggiante, simile in sostanza a un moderno aeratore. L'irrilevanza della profondità, e forse la brevità del budello, avrebbero fatto in seguito evolvere quel rudimentale cappuccio in un casco vero e proprio munito di un tubo e dotato di un'apposita valvola che ne chiudeva automaticamente la parte emersa, consentendo così una autonoma respirazione, sempre però a scarsissima profondità. Non più una cannetta dalle approssimate funzioni di aeratore ma uno *snorkel* per uomo, identico in sostanza a quello usato con la maschera dagli odierni apneisti. La profondità massima consentita da un aeratore del genere non supera di norma 150 cm, divenendo la respirazione già al di sotto del metro molto faticosa e, a una profondità appena maggiore, del tutto impossibile a causa della forte pressione.

Di un casco siffatto riferiscono sia pure confusamente alcuni scrittori romani, precisando pure che, a causa della rudimentale chiusura intorno al collo, la sua impermeabilità era modesta. Di certo non se ne trova alcuna menzione nell'opera di Flavio Renato Vegezio, al quale abitualmente viene attribuito, se non in nella riedizione del 1511 né in termini espliciti in altri autori successivi. Non può, tuttavia, escludersi che i testi relativi a quelle descrizioni siano andati persi nel corso del Medioevo, ipotesi che spiegherebbe il ricomparire proprio di una muta e di un cappuccio del genere fra i disegni del taccuino di Konrad Kyeser[14] e di numerosi altri ingegneri militari del XV secolo.[15] In alcuni, poi, inizia a comparire un soffietto, un mantice o una pompa a stantuffo, segno che iniziava a farsi strada il concetto di incrementare la pressione dell'aria per equilibrare quella dell'acqua.

Più spesso, però, l'attività del sommozzatore avveniva senza particolari indumenti da indossare o attrezzi da impiegare, per elementari che fossero stati.

[14] Sulla figura e l'opera di Konrad Kyeser, cfr. B. GILLE, *Leonardo e gli ingegneri del Rinascimento*, Varese 1972, pp. 63-77.

[15] Per approfondimenti cfr. F. RUSSO, F. RUSSO, *Techne. Il ruolo trainante della cultura militare*, Roma 2011, vol. III, Età Rinascimentale.

In alto: *subacqueo a nuoto con aeratore, più conosciuto come snorkel.*
In basso: Ricostruzione dell'abbigliamento e del cappuccio degli urinatores sulla base di una ipotesi esposta in edizione rinascimentale del De re Militari, *di Renato Vegezio Flavio*

Dettaglio del casco subacqueo tratto tratto dall'edizione francese del 1532 del De re Militari *di Renato Vegezio Flavio.*

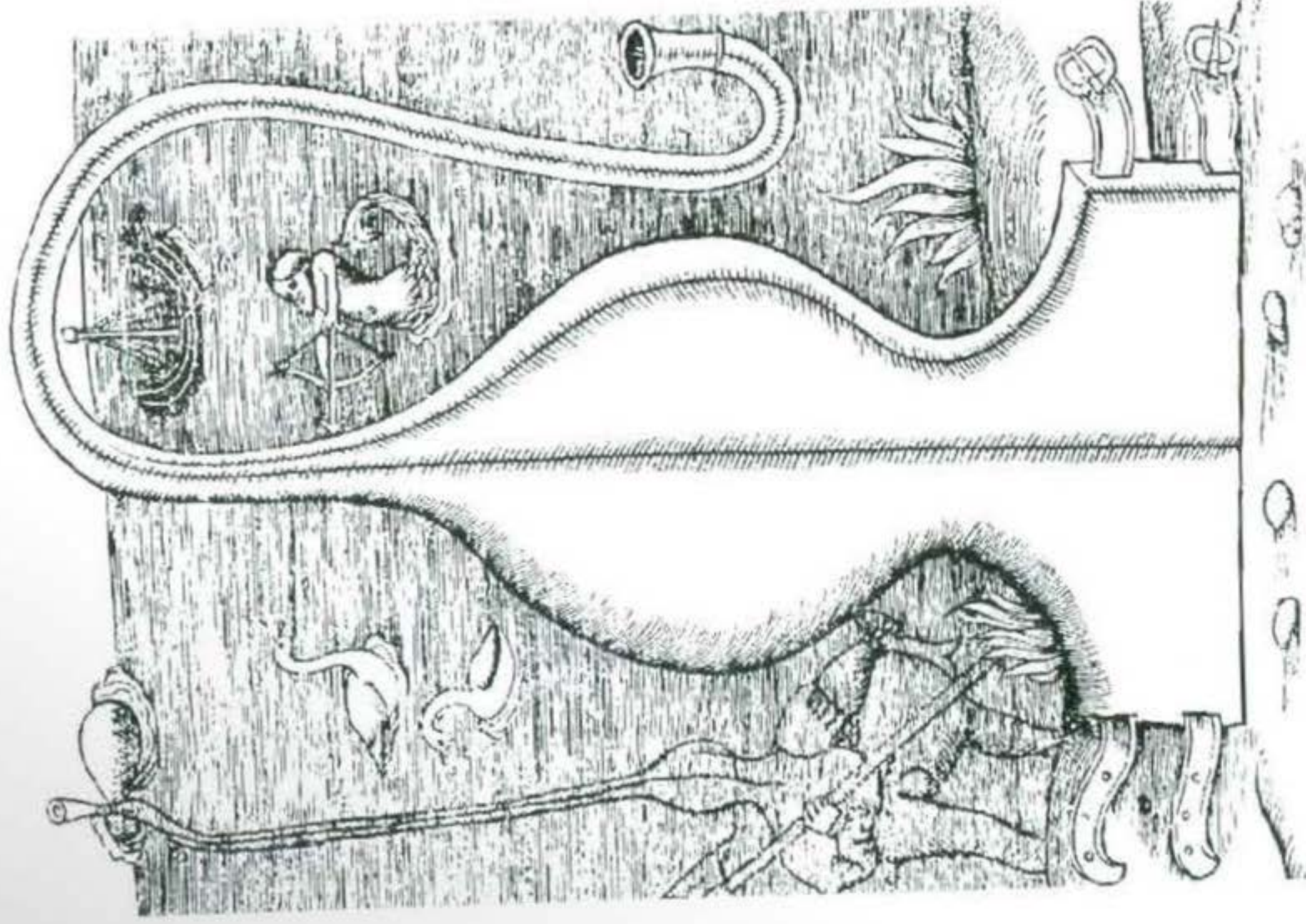



Tavola tratta dal Kriegsbuch *(UER MS.B 26) di Ludwig von Eyb, [Franken], 1500.*
Digital Collections of the University Library Erlangen-Nueremberg.

In questa e nelle pagine successive: *tavole tratte dal codice* Alte Armatur und Ringkunst *di Hans Talhoffer, 1459. Royal Library, Copenhagen.*

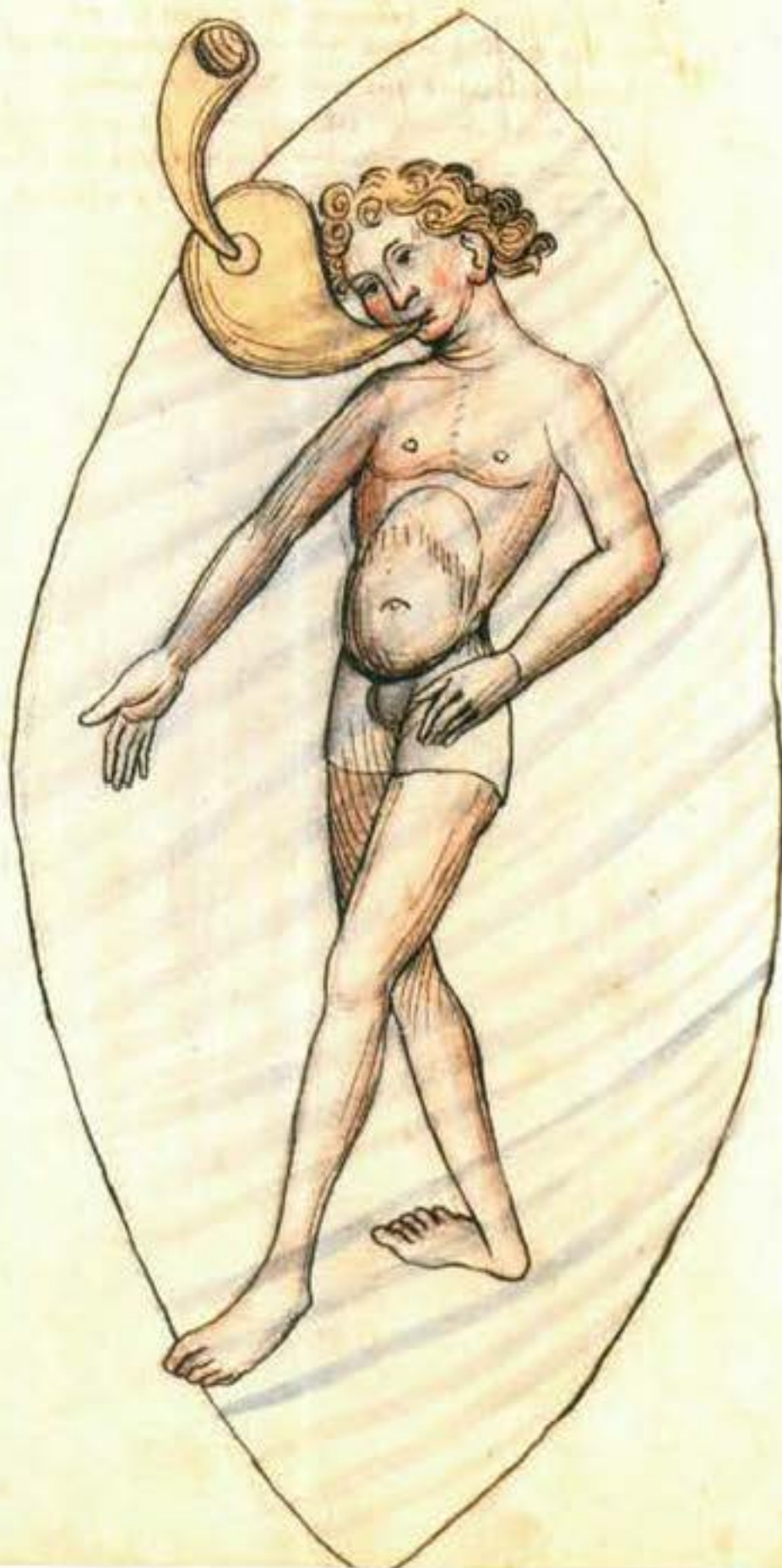
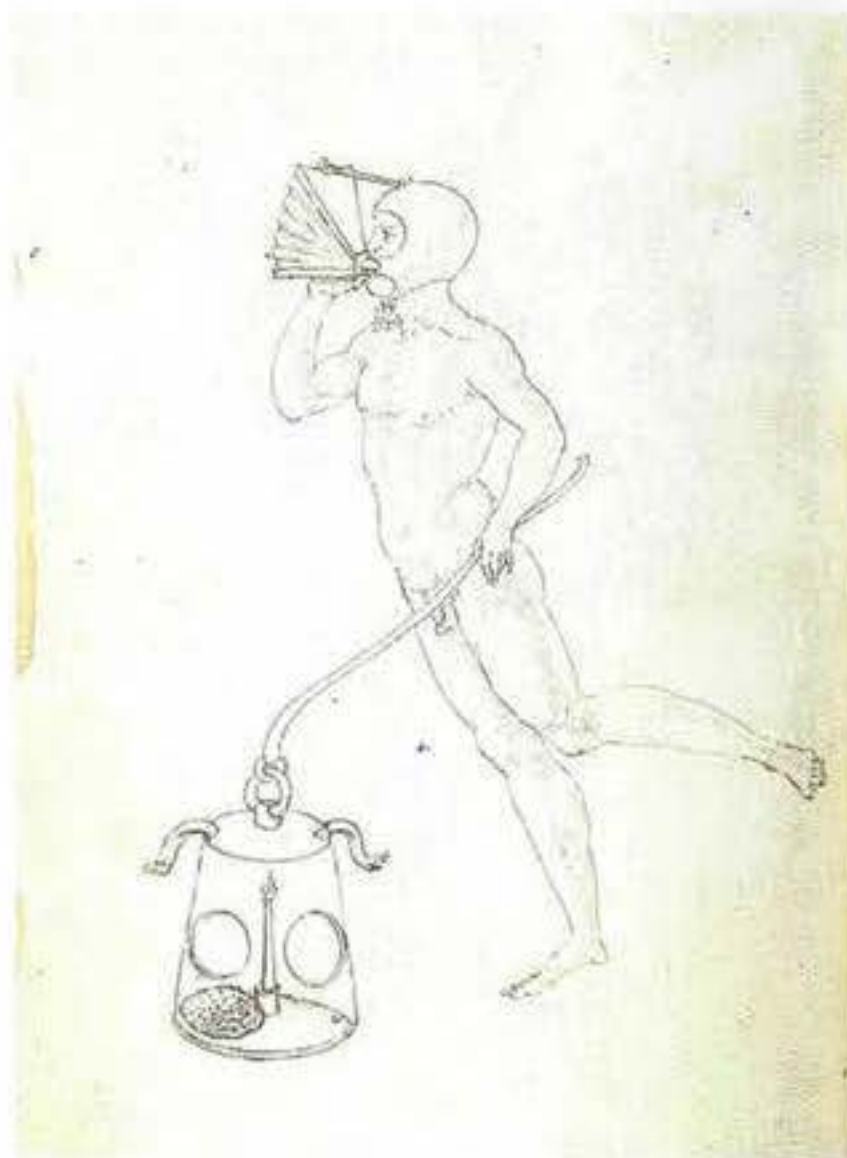



Tavola tratta dal codice Bellifortis *di Konrad Kyeser, XV sec. Biblioteca Universitaria di Gottinga (Cod. Ms. philos. 63)*

3.4. *Prime osservazioni fisiologiche*

Circa gli effetti delle immersioni sull'organismo umano è necessario aggiungere qualche altra considerazione, oltre alla menzionata inutilità della decompressione per la modestia delle profondità raggiunte e per la brevità dei tempi di permanenza. È certamente vero che non sembrano essere esistite, o almeno evidenziate, sensibili conseguenze dovute alla mancata decompressione, ma é altrettanto vero che i danni ai timpani dei sommozzatori erano frequenti, ben noti e anche temuti. Il solito Aristotele, più minuziosamente ed acutamente degli altri studiosi, tenta di fornirne una spiegazione razionale in questi termini:

> *Perché si ha una rottura nelle orecchie di chi si immerge e nuota sott'acqua? Forse per la violenta forza che subiscono, quando si trattiene l'aria che le riempie? Oppure é vero che lo stesso dovrebbe avvenire nell'aria, se questa fosse la ragione? Oppure perché ciò che non cede si rompe prima, e per un impatto con qualcosa di duro più che con qualcosa di morbido? Ciò che si gonfia é meno cedevole, e le orecchie, come si é detto, si gonfiano perché l'aria viene trattenuta; perciò l'acqua che é più consistente dell'aria, spacca l'orecchio col suo impatto.*[16]

La spiegazione, ovviamente, tradisce alcune incomprensioni ma nel criterio di fondo si coglie una esatta conclusione, ovvero nell'individuare la causa principale nella diversa consistenza, più precisamente nella differenza di pressione fra l'aria contenuta all'interno del timpano e quella dell'acqua agente al suo esterno. E si deve anche osservare che questo tipo d'incidente, come accennato per nulla raro, confermi la non occasionale pratica di immergersi a quote superiori alla ventina di metri, eseguite senza

[16] Da ARISTOTELE, *Problemata*, XXXII, 2.

In alto: *tavole tratte dal taccuino di Mariano di Jacopo, detto Taccola, relative al recupero di oggetti preziosi con una campana (nella quale è accesa una torcia per evidenziarne la presenza dell'aria) e a un subacqueo che respira aria leggermente compressa attraverso un mantice e si serve di una lanterna impermeabile.*

alcuna compensazione. L'argomento del resto è ulteriormente approfondito da Aristotele nella successiva questione, con queste delucidazioni, riprova implicita della frequenza dei casi, con queste delucidazioni:

Perché i tuffatori si legano delle spugne sulle orecchie? Forse per evitare che l'acqua di mare vada dentro le orecchie con violenza e le rompa? Con questo accorgimento, le orecchie non si riempiono d'acqua, come succederebbe se si togliessero le spugne.[17]

Ed ancora:

Perché le orecchie dei subacquei rischiano meno di rompersi quando prendono la precauzione di versarci dentro dell'olio?[18]

Più sorprendente la questione che ancora propone sul medesimo argomento, così descritta:

Perché i pescatori di spugne si incidono le orecchie e le narici, forse per poter respirare meglio? Il respiro, così si ritiene, esce da qui; essi incidono dunque la parte per respirare meglio, in quanto dicono che lo sforzo maggiore consiste per loro nella difficoltà di respirare, per non poter mandare fuori l'aria; si sentono invece alleggeriti quando la scaricano fuori in qualche maniera. È una condizione impossibile non poter respirare per rinfrescarsi, cosa che sembra invece indispensabile. Oppure lo sforzo è forse maggiore, quando essi trattengono il fiato, perché si gonfiano e sono sotto tensione? L'espirazione sembra avvenire come fenomeno spontaneo, se sia così anche inspirazione richiede qualche considerazione in più, ma é verosimile, dato che ai palombari si consente di respirare calando su di essi un lebete. Questo non si riempie d'acqua, ma mantiene l'aria al suo interno: la sua immersione richiede forza, perché in qualsiasi recipiente immerso dritto, entra l'acqua se si inclina.[19]

Trascurando le osservazioni sul *lebete*, quel che sembra più interessante, e forse persino un po' bizzarro, riguarda l'incisione delle orecchie e delle narici. Premesso che quando Aristotele parla di orecchie debbano invece intendersi le membrane dei timpani, cosa c'é di sensato in quest'incisione?

In alto: *la fune utilizzata per recuperare la pietra di zavorra viene sfruttata come guida per risalire dall'immersione.*
Sopra: *un antico lebete di bronzo.*

[17] *Ibid.*
[18] *Ibid.*
[19] Da Aristotele, *Problemata*, XXXII, 2.

3.5. Timpani e immersioni profonde

Supponendo vera la notizia, e non si ha ragione di metterla in dubbio, con una breve indagine risulta che anche in un recente passato qualcosa del genere venne sistematicamente adottato sia dai pescatori di spugne sia, soprattutto, da quanti praticavano a vario titolo immersioni profonde. La spiegazione è alquanto banale: perforando preliminarmente e volutamente i timpani, si evitava la compensazione, quando pure conosciuta, e la loro rottura violenta in profondità, con maggiore dolore e rischio. La controindicazione stava però nella perdita di buona parte della sensibilità uditiva, sorta di malattia professionale dei sommozzatori.

Un'incredibile testimonianza medica in materia d'immersioni profonde in apnea e le relative conseguenze sul fisico si coglie in una relazione redatta nel 1913 a bordo della corazzata italiana *Regina Margherita*, quando un giovane pescatore di spugne greco scese numerose volte alla profondità di 77 m, senza maschera né pinne, per recuperarne l'ancora e la catena spezzatasi in un tragico incidente, costato la vita al comandante. Questa la ricostruzione dell'episodio ed il referto medico:

> *La voce dell'incidente si è sparsa e un singolare personaggio di nome Haggi Statti, pescatore di spugne di quei mari si offre per aiutare i marinai Italiani. Quest'uomo dice di essere in grado di ripescare l'ancora, incastrando un cavo sulla catena, assicura di aver raggiunto in passato -110 metri e di poter resistere, a -30 metri, fino a 7 minuti... Incredibile! Una volta scandagliato il fondo ci si accorge che questi scende rapidamente dai -64 ai -85 metri. Gli amici che accompagnano il pescatore sono convinti che ce la farà. La tecnica usata da Statti è per quei tempi ingegnosa e molto simile a quella usata per il raggiungimento dei record attuali: prima dell'immersione Haggi si terge la bocca e le cavità nasali con acqua salata ed effettua una iperventilazione. Si immerge portando con se una pietra di ardesia, piatta e squadrata, del peso di 14,5 Kg., legata ad una cimetta che viene filata da due assistenti in barca. Il sommozzatore ha il polso sinistro collegato con una sagola alla pietra e con una ridancia entro cui la cima scorre libera. Scendendo, tiene la pietra stretta fra le mani, come un timone di direzione, l'adagia sul fondo per poter lavorare e avere comunque un punto di riferimento e di ancoraggio; per risalire, dà uno strattone e si assicura alla pietra che gli amici, dalla*

A fianco: *la corazzata italiana Regina Margherita.*

barca, recuperano a grandi bracciate. Da quanto si capisce non compensa. Non indossa né maschera né pinne. La profondità a cui giace l'ancora, pero, non gli deve essere così familiare, in quanto Statti passa il primo giorno ad allenarsi a quote sempre più crescenti. Il giorno dopo scende per ben 5 volte, riuscendo ad agganciare l'ancora con un rampino, dopo essere scivolato fino a -84 m, trascinato dall'ardesia. Il terzo giorno raggiunge 7 volte i -77 metri e riesce a collegare un cavo d'acciaio al maniglione della catena dell'ancora. Un secondo cavo viene il giorno dopo sulla catena che nel frattempo è stata sollevata di alcuni metri, alando il cavo precedente: la mano passa ora agli argani di bordo. Il lavoro è stato compiuto in 21 immersioni (comprese quelle di allenamento), tra i 45 e gli 84 metri, nell'arco di 4 giorni.

Il più stupito di tutti risulta essere il medico italiano, il quale nella sua relazione scrive: "Da ogni immersione è uscito nel pieno vigore delle sue forze e lo dimostra la maniera con cui sale sull'imbarcazione, senza l'aiuto dei compagni e, subito dopo, si libera dell'acqua entrata nel naso e nelle orecchie. Haggi afferma di sentire tutta la pressione sulle spalle, mentre sugli occhi nulla. Afferma anche che a -80 m l'acqua è limpida, c'è abbastanza luce per lavorare". Il medico è così sconcertato da questi avvenimenti che stravolgono tutte le teorie ufficiali di quei tempi per quanto riguarda la resistenza alla pressione subacquea del corpo umano (si pensi che nel 1960 il dottor Cabarrou dell'équipe di Cousteau dichiarava che "il limite per l'uomo è -55 m, oltre si sfascia") che propone una sua teoria secondo la quale "in immersione, Haggi Statti potrebbe essere favorito da una certa respirazione cutanea dell'aria disciolta nell'acqua, favorita forse dalla pressione". Questa teoria è sostenuta dal fatto che, durante la visita medica, invitato a trattenere il respiro, Haggi non supera i 40 secondi di apnea.[20]

[20] Da Rivista Marittima, dicembre 1913.

Osservazioni fisiologiche più accurate e dettagliate circa quel singolare episodio si leggono nel rapporto ufficiale, che così esponeva:

Rapporto ufficiale Regia Marina Militare, Queste le osservazioni del medico di bordo: Haggi Statti Georgios, nativo di Simi, pescatore di spugne di 35 anni e ammogliato con 4 figli, tutti sani e viventi. Alto metri 1,70, pesa 65 kg. perimetro toracico 0,92. essendo 0,98 quello corrispondente alla massima inspirazione e 0.90 quello della massima espirazione, di colorito castano, piuttosto magro, ha uno sviluppo muscolare regolare. Per quanto all'esame si constati un notevole enfisema polmonare, tuttavia la parte alta del torace non ha ancora raggiunto rilevanti proporzioni, pur essendo alquanto convessa e rigida. I toni del cuore si percepiscono lontani, ma regolari;Polso 80 a 90, atti respiratori da 20 a 22. Nulla di anormale nel sistema nervoso ne nel sistema pupillare ... Funzione auditiva ridotta, per mancanza assoluta di una delle membrane del timpano, residui nell'altra. Non ha sofferto di alcuna malattia... (salvo un tracoma regresso in seguito ad atto operatorio). Accenna solo a dolori alla colonna vertebrale e li sopporta rassegnatamente. Invitato a trattenere un respiro nell'ambiente ordinario, si oppose da principio, dicendo che l'esperimento non poteva avere valore perché sott'acqua resisteva assai di più. Infine vi si sottopose, e risultò che la sua capacità in queste condizioni giungeva appena a 40 secondi. Nelle operazioni di recupero innanzi descritte egli è sceso a profondità. variabili da 40 a 60 ed anche ad 80 metri trattenendosi sott'acqua da minuti 1,30 a 3,35: assicura di avere raggiunto i 110 metri e di potere a 30 metri resistere persino 7 minuti. Da qualunque immersione lo Statti è uscito nel pieno vigore delle sue forze e lo dimostrava la maniera con la quale saltava nell'imbarcazione e vi rimaneva senza l'aiuto dei suoi aiutanti. Subito dopo si liberava dell'acqua penetrata nel naso e nelle orecchie. Interrogato sui fenomeni che sente durante le immersioni, dice di non avvertirne alcuno; probabilmente, abituatovi dall'infanzia, non li percepisce; solo, afferma di sentire tutta la pressione sulle spalle. Sugli occhi, nulla. Afferma, pure che a 80 metri, per quanto la luce sia diminuita, se l'acqua è limpida ci si vede abbastanza per lavorare.[21]

[21] Da Rivista Marittima, dicembre 1913.

Nella pagina a fianco ed in questa: *Haggi Statti, il pescatore greco che recuperò l'ancora della corazzata italiana* Regina Margherita *a 77 m di profondità in apnea.*

PARTE QUARTA
VASI DA IMMERSIONE

4.1. Tecniche d'immersione non in apnea

Circa le modalità d'immersione non in apnea che, come delineato, consentiva abitualmente discese profonde intorno alla ventina di metri, rarissimamente spinte oltre la quarantina, se ne individuano quattro così rubricate in base alle profondità:

1ª: fino a -1 m con respirazione dell'aria esterna prelevata tramite aeratore (*snorkel*)
2ª: fino a -2 m con respirazione dell'aria compressa contenuta in un otre
3ª: fino a -5 m con respirazione dell'aria compressa contenuta in un vaso di bronzo
4ª: fino a -20 m con respirazione dell'aria compressa contenuta in una campana

Queste le loro ulteriori connotazioni:

1ª - Celarsi sotto la superficie dei fiumi, respirando attraverso una cannuccia, era prassi corrente nell'antichità, ampiamente utilizzata pure nel Medioevo dalle popolazione del nord Europa e ancora adottata nel Secondo conflitto mondiale dai soldati sovietici. Così é descritta nella *Strategikon* di Maurizio:

> *Quando si trovano nelle loro terre e vengono colti da un attacco a sorpresa, si immergono nel fondo di un corso d'acqua tenendo in bocca delle lunghe canne vuote al loro interno appositamente preparate, mantenendole sulla superficie dell'acqua; rimanendo sdraiati con la schiena sul fondo, respirano attraverso di esse e resistono per molte ore, senza che nessuno sospetti dove si trovino.*[1]

L'origine della prassi risale verosimilmente agli albori della Storia e si pone senza dubbio tra le premesse dell'invenzione dell'aeratore, che consente a un uomo immerso di potere continuare a respirare, e in epoca più recente, dello *snorkel* per i motori termici di un sommergibile o di un fuoristrada, grazie al quale questi continuano a girare sott'acqua. Idea concepita e realizzata originariamente dal capitano del Genio Navale Pericle Ferretti nel 1925 e applicata sul sommergibile italiano H3.[2] L'aeratore, tuttavia, non bilanciando la pressione idrica, non consente di scendere oltre un metro e mezzo al massimo, per cui torna utile solo per una migliore visione nelle acque limpide.

[1] La citazione è tratta da E. N. LUTTWAK, *La grande strategia dell'impero bizantino*, Bergamo, 2009, p. 339.

[2] Cfr. G. GALUPPINI (a cura di), *Lo Schnorchel italiano*, USSMM, Roma 1986.

Nella pagina a fianco: *sommergibile che naviga utilizzando lo snorkel.*
Sotto: *Benito Mussolini visita il sommergibile "H3" sul quale è in sperimentazione lo snorkel di Pericle Ferretti.*

Circa la natura del tubo, lo si deve ipotizzare di cuoio o di tela catramata, con spirale metallica interna di rinforzo, abbastanza rigido da non schiacciarsi per la pressione dell'acqua.

Del resto, per strano che possa sembrare, nella tecnologia romana non risulta disponibile nulla di simile a un moderno tubo flessibile, di discreta lunghezza, né peraltro sembra che fosse realizzabile ad eccezione forse delle manichette di tela catramata. Ma queste, senza dubbio efficaci per il deflusso dell'acqua in pressione, non lo erano affatto per quello dell'aria sottoposta alla pressione dell'acqua. Certamente avrebbero potuto, sia pure con un ottimo rivestimento a tenuta ermetica, condurre l'aria a pressione maggiore dell'acqua circostante, ma altrettanto certamente non soltanto quella aspirata dalla superficie. Anche Leonardo da Vinci, disegnando un aeratore, lo collega al subacqueo mediante canne snodate, senza alcun lungo tubo di cui ancora mancava la concreta disponibilità. Quando lo si realizzerà, inserendo una spirale metallica in una manichetta di gomma o di tela gommata, assumerà la connotazione di una trachea, quasi fosse una forma imposta dalla funzione!

2ª - Nel primo menzionato bassorilievo assiro del IX sec. a.C. compaiono due soldati che nuotano sotto il pelo dell'acqua del fiume Eufrate, respirando l'aria contenuta in un otre attraverso una piccola cannula. Dal punto di vista tecnico, l'otre si schiaccia per la pressione dell'acqua al crescere della profondità d'immersione, comprimendo a sua volta l'aria al suo interno fino ad equipararla a quella dell'acqua esterna. L'aria perciò è somministrata al sommozzatore già idonea alla respirazione alla quota d'immersione. Grazie a quella sorta di zampogna-bombola, per la prima volta nella Storia alcuni uomini respiravano aria a una pressione maggiore di quella atmosferica, sia pure per pochissimi minuti!

3ª - Sempre ad Aristotele dobbiamo, come accennato, la descrizione del *lebete* per uso subacqueo, un vaso di bronzo in cui si introduceva la testa prima d'immergersi, e capace perciò di garantire ai sommozzatori pochi minuti di autonomia a modeste profondità:. Il filosofo, infatti, così descriveva quella sorta di grossa caldaia rovesciata, già usata dai pescatori di spugne:

Affinché i pescatori di spugne possano respirare facilmente, si cala una caldaia, non piena d'acqua ma di aria, che aiuta costantemente l'uomo immerso; è necessario mantenere il recipiente dritto mentre scende per impedire all'aria di fuoriuscirne e all'acqua di entrarvi.[1]

Una sorta di micro campana individuale, che in breve conobbe un'ampia diffusione, per la sua facilità d'impiego e per la sua utilità, nonostante la brevissima autonomia respiratoria che garantiva.

4ª - Non stupisce, per quanto appena delineato, che dopo aver studiato l'impiego del *lebete* sia stato proprio Aristotele ad immaginarne un modello gigante all'interno del quale non solo la testa di un subacqueo ma, addirittura, più persone vi avrebbero trovato posto prima d'immergersi. Non più un vaso quindi, ma una grande tinozza, debitamente zavorrata, che in seguito avrebbe assunto il nome di campana da immersione.

[1] Da Aristotele, *Problemata physica*, XXXII, 5.

In alto: *disegno di Leonardo da Vinci tratto dal Codice Atlantico (f. 909) raffigurante un subacqueo.*
Nella pagina a fianco: *ricostruzione della tenuta da subacqueo disegnata da Leonardo da Vinci.*

4.2. *Le teorie di Aristotele*

A essere precisi il filosofo oltre a delineare le caratteristiche fondamentali della campana da immersione ne riassunse il funzionamento in uno dei suoi *Problemata*, ricordando una ragazza che, per gioco, immergeva una clessidra di bronzo nell'acqua. La clessidra a cui si riferisce, ovviamente, non era quella a sabbia, comparsa solo in epoca medievale, ma quella costituita da un vaso tronco conico munito di un foro alla base o di un tubicino, dal quale fuoriusciva con estrema lentezza l'acqua, indicando il tempo trascorso col suo abbassarsi su una apposita graduazione, incisa all'interno dello stesso vaso. La giovane, tenendone chiuso con un dito il foro di deflusso, immerge il vaso con la bocca in basso, spingendolo con la mano verso il fondo del recipiente, pieno d'acqua. Il liquido non vi entra per la resistenza dell'aria fin quando, tolto il dito, non la si fa sfogare sibilando. E qui Aristotele si dilunga a spiegarne il perché con queste parole:

> *La causa di ciò che accade con la clessidra, nel suo insieme, sembra essere quella indicata da Anassagora: l'aria in essa racchiusa impedisce all'acqua di entrare, quando il tubo è chiuso. Ma l'aria non è certo l'unica causa, perché se si immerge nell'acqua la clessidra inclinandola e si chiude il tubo, l'acqua entra. Perciò Anassagora non spiega a sufficienza come l'aria sia la causa. L'aria é sicuramente la causa, come si è detto; ma l'aria sia che venga spinta sia che si muova da sé, senza forzatura, ha la naturale tendenza a muoversi in linea retta, come gli altri elementi. Ora, quando la clessidra è immersa trasversalmente nell'acqua, l'aria, che mantiene la propria direzione in linea retta, esce spinta dall'acqua attraverso i fori opposti a quelli che sono nell'acqua: l'aria esce ed entra l'acqua. Quando invece la clessidra viene immersa dritta nell'acqua, l'aria non potendo uscire in linea retta, perché la parte superiore é bloccata, rimane intorno ai primi fori, perché non é nella sua natura comprimersi in sé stessa.*
> *La prova che l'aria immobile può impedire l'accesso all'acqua é offerta proprio da quello che accade con la clessidra. Infatti, se si riempie d'acqua il bulbo della clessidra e si chiude il tubo, e poi si capovolge la clessidra sul tubo, l'acqua non va attraverso il tubo fino alla bocca. Aperta la bocca, l'acqua non scorre via per il tubo immediatamente, ma dopo un po' come se essa non fosse alla bocca del tubo ma vi arrivasse più tardi, dopo la sua apertura. Quando la clessidra é riempita e diritta, l'acqua scorre via attraverso i fori del fondo, appena viene aperto il tubo, perché é in contatto con essi,*

e non con l'estremità del tubo. Insomma, per il motivo che si è detto, l'acqua non entra nella clessidra, ed esce quando il tubo viene aperto, perché l'aria che vi si trova movendosi verticalmente fa muovere l'acqua della clessidra. Spinta in basso e tendendo essa stessa a scendere, l'acqua fuoriesce, com'è naturale, forzando l'aria che è fuori della clessidra, aria che è messa in movimento, e che ha una potenza uguale a quella dell'aria che la spinge, ma esercita una pressione minore, perché l'aria della clessidra passa attraverso il tubo stretto con maggiore velocità e forza, per poi piombare sull'acqua.
La causa per cui l'acqua non scorre se il tubo è chiuso, è che l'acqua entra nella clessidra e ne spinge via l'aria con forza, come dimostrano il soffio che si produce nella clessidra e il gorgoglio. Quando entra l'acqua, la spinge con forza e va a finire anch'essa nel tubo: come fanno i pzzi di legno o di bronzo inseriti con forte pressione nella fessura, l'acqua rimane nel tubo stabilmente senza che nulla ve la trattenga, fino a che non intervenga una spinta dalla parte contraria, come quando si spingono via i cavicchi spezzati nel legno. Questo è ciò che accade quando il tubo è aperto, per le ragioni dette.
Forse è questo, dunque, il motivo per cui è naturale che l'acqua non scorra via, oppure perché l'aria esce con violenza e si trasforma in soffio? Il rumore dimostra che l'acqua è risucchiata in alto a causa del soffio, come accade spesso. Risucchiata e diventata un tutto continuo, l'acqua rimane ferma sotto la pressione dell'aria, fino a che non sia di nuovo spinta via da essa: il primo strato rimane fermo, e il resto vi è attaccato formando una massa continua. È logico che sia così, perché una stessa cosa può rimuovere un'altra dal posto che normalmente occupa, o trattenervela, come nel posto in questione, e per un tempo lungo, se ciò che tiene e ciò che è tenuto hanno la stessa forza, oppure se ciò che trattiene ha più forza come nel nostro caso: il soffio d'aria è più forte e potente dell'acqua.[4]

4.3. Il vaso da immersione

In precedenza si è accennato al cosiddetto *lebete*, che per il ruolo svolto nella evoluzione delle tecniche d'immersione merita un più puntuale ragguaglio. Il termine, in greco antico, definiva la grossa pentola che noi chiamiamo caldaia: era generalmente di bronzo, o di lamiera martellata di rame, e si usava per riscaldare l'acqua, per conservarla, per le abluzioni rituali dei sacrifici, delle nozze e dei funerali. Ma costituiva anche un ambito premio, come le attuali coppe, per i vincitori di giochi atletici. Omero ne dà al riguardo ampia conferma lasciandone supporre un rilevante valore economico -e in alcuni casi anche artistico, ma nei modelli più semplici delle epoche posteriore tornò ad essere una rozza caldaia di metallo. Questa, infilandovi all'interno il capo, permetteva con un minimo di pratica di potere rimanere qualche istante in più sott'acqua e, soprattutto, di vedere con discreta chiarezza il fondale restando con gli occhi all'asciutto, attraverso la sua larga bocca. Elementare il suo criterio informatore: immergendosi, l'aria al suo interno viene gradatamente compressa dall'acqua esterna fino a raggiungere la sua stessa pressione, consentendo pertanto al sommozzatore di inspirarla, come già dall'otre, senza alcuno sforzo fino all'esaurimento dell'ossigeno interno!

L'idea del *lebete* da immersione fu, probabilmente, suggerita da uno strano aracnide, l'*argyroneta aquatico*, l'unico ragno che risiede abitualmente sotto l'acqua. Sopravvive per una bolla d'aria che si porta appresso o, quando questa sia molto più grande, riempita con apporti progressivi e fissata a piante subacquee, da cui attinge di tanto in tanto come da un serbatoio. Ovviamente mentre il ragno non è molto più grande della bolla d'aria e la quantità che ne utilizza per la respirazione è minima, nel caso dell'uomo la situazione si conferma nettamente diversa. Del fenomeno si interessò anche Erone che ne fornì la seguente spiegazione, esponendola nella premessa del suo trattato sulla

[4] Da Aristotele, *Problemata*, XVI, 8.

Nella pagina a fianco: *una antica clessidra egiziana con, ben visibile in basso, il foro per la lenta uscita dell'acqua.*
A fianco: *l'argyroneta acquatica e la sua bolla d'aria saldamente fissata alla vegetazione subacquea.*

Pneumatica utilizzando un recipiente simile alla clessidra di Aristotele:

Se, dunque, versiamo l'acqua in un vaso apparentemente vuoto, l'aria vi uscirà nella quantità dell'acqua che entra. Questo può essere verificato dal seguente esperimento. Lasciate che il vaso che sembra essere vuoto sia invertito, e, essendo accuratamente tenuto in posizione verticale, spingetelo in acqua; l'acqua non vi entra anche se, è interamente immerso: cosicché è evidente che l'aria, essendo materia che ha riempito tutto lo spazio nel vaso, non permette all'acqua di entrare. Ora, se l'aria fuoriesce attraverso il foro sul fondo del vaso, l'acqua vi entra attraverso la bocca. Ancora una volta, se, prima aprirne il fondo, alziamo il vaso verticalmente, quando fuori dall'acqua, troveremo la sua superficie interna completamente asciutta, esattamente come era prima dell'immersione. Quindi si deve presumere che l'aria è materia.
L'aria quando messa in moto diventa vento, (il vento non è altro che l'aria in movimento), e se, quando il fondo del vaso è stato aperto e l'acqua sta entrando, poniamo la mano sopra il foro, ci si sente il vento in fuga dal vaso; e questo non è altro che l'aria che viene spinta fuori dall'acqua. Non è quindi da supporre che esiste in natura un vuoto distinto e continuo, ma che è distribuito in piccole misure attraverso l'aria e liquido e tutti gli altri organi…
Le particelle dell'aria sono in contatto l'una con l'altra, ma non si adattano strettamente in ogni parte, ma degli spazi vuoti sono lasciati tra loro, come nella sabbia sul mare: i granelli di sabbia devono essere immaginati corrispondenti alle particelle d'aria, e l'aria tra i granelli di sabbia agli spazi vuoti tra le particelle d'aria. Pertanto, quando una forza viene applicata ad essa, l'aria viene compressa e, contrariamente alla sua natura, rientra negli spazi vuoti dalla pressione esercitata sulle particelle: ma quando la forza viene ritirata, l'aria ritorna alla sua posizione precedente per l'elasticità delle sue particelle, come è facile constatare con le scaglie di corno e di spugna, quando sono compresse che una volta libere tornare alla stessa posizione e presentano la stessa massa. Allo stesso modo, se dall'applicazione della forza le particelle d'aria essere divisi e un vuoto essere prodotto più grande è naturale, le particelle si uniscono in seguito di nuovo; per corpi avranno un rapido movimento attraverso il vuoto, dove non c'è nulla per ostacolare o respingere, fino a quando sono in contatto. Così, se il vaso con una bocca stretta è preso e applicato alle labbra,l'aria che aspirata e scaricata, il vaso resterà sospeso alle labbra, e il vuoto segnerà la pelle. È evidente da questo che c'era un vuoto continuo nel recipiente. Lo stesso può essere visualizzato per mezzo di coppe a forma di uovo utilizzati dai medici, che sono di vetro, e hanno bocche strette. Quando vogliono per riempire queste con il liquido, ne succhiano l'aria contenuta quindi posto il dito sulla loro bocca la invertono nel liquido e ritirato il dito queste si riempiono d'acqua, anche se il movimento verso l'alto è contro la sua natura.[5]

Il lebete a cui fa chiaro riferimento Aristotele era in definitiva un grosso vaso di bronzo, utilizzato per contenere l'acqua -una sorta di caldaia- e per conseguenza ne dovevano esistere di varie dimensioni, tutte comunque cospicue. Di essi i minori, nei quali entrava la testa di un uomo, una volta nell'acqua garantivano nella migliore delle ipotesi qualche boccata d'aria, incrementando di ben poco l'autonomia del subacqueo, a patto di mantenere il recipiente con la bocca perfettamente orizzontale. Discorso diverso per i lebeti maggiori, che andavano verosimilmente fissati con delle cinghie passanti sotto le ascelle e che potevano perciò permettere qualche minuto di respirazione autonoma, sempre a piccole profondità. In tal caso, però, il vaso deve immaginarsi indipendente dal corpo, consistendo allora in una sorta di piccola campana subacquea ancora al fondo, nella quale a brevi intervalli il sub andava a rifornirsi di aria.

Per esemplificare, l'aria contenuta in un pentolone di 100 litri, circa 60 cm di diametro per 40 di altezza, si riduce a un terzo, 33 litri, a 20 m di profondità, consentendo così un paio di minuti di respirazione ulteriore. Va però osservato che la spinta di galleggiamento di un simile vaso, trascurandone il peso proprio, è di circa 100 kg, che devono essere vinti con una più grave zavorra, la quale tra l'altro si deve far pure carico di contribuire a mantenerlo in assetto verticale. Di *lebete* propriamente detti ne sono stati ritrovati in gran numero, ma quelli utilizzati per le immersioni sono caratterizzati da una ben evidente robusta e rozza fattura e con un'ampia bocca. Tra i tantissimi reperti di Ercolano, ad esempio, vi è un grosso recipiente del genere, grezzo e svasato, realizzato con lamiere di bronzo rivettate fra loro, identificato per una caldaia: non avendo tuttavia

[5] La citazione è tratta ERONE DI ALESSANDRIA, *Pneumatica,, nella traduzione dal greco di* Bennet Woodcroft, Londra 1851, premessa.

Nella pagina a fianco: *l'argyroneta acquatica e la sua bolla d'aria portatile durante l'attività.*

supporti d'appoggio ma soltanto dei resti di maniglie, è sensato presupporre, invece, fosse proprio un vaso da immersione con cinghie fissate alle stesse e passati sotto le ascelle. Interpretazione plausibile in una cittadina di mare, dove non di rado occorreva recuperare oggetti caduti in mare durante le fasi di carico e scarico delle imbarcazioni.

4.4. *Ricchezze sul fondo*

Una serie concomitante di considerazioni fanno concludere che col *lebete* si potevano attingere profondità dell'ordine dei 10-15 m, più raramente di 20 ed oltre, quote che, pur avendo respirato aria compressa, non richiedevano ancora alcuna decompressione durante l'emersione per la scarsa profondità e la brevissima permanenza. Prestazioni che trovano conforto in una precisa giurisprudenza relativa ai recuperi dei beni affondati e alla loro remunerazione. Per il diritto romano, infatti, ciò che per forza maggiore veniva gettato in mare, quasi sempre per l'infuriare di una tempesta che metteva a repentaglio la sicurezza della nave, non poteva equipararsi a un vero abbandono mancando la libera volontarietà della rinuncia alla sua proprietà, per cui non apparteneva automaticamente a chi se ne fosse in qualche modo impossessato. Volendo attualizzare, questo somigliava allo smarrimento di un oggetto, che non per questo diventa proprietà di chi lo trova!

Pertanto, quando ciò avveniva, non determinava alcuna perdita di possesso, e quanto gettato o caduto in mare restava pur sempre del suo legittimo proprietario, e la pratica dell'*uso capione pro derelicto* operato da terzi restò sempre illegale, come con chiarezza recitavano le norma 41.1.9.8 del *Digesta*.[6]

La mercanzia gettata in mare per alleggerire la nave durante una tempesta restava, quindi, di piena proprietà del padrone che non la gettava per abbandonarla ma per salvarsi, per cui chiunque se ne fosse appropriato, con una qualsiasi modalità, avrebbe commesso un furto! Connotazione criminale che si estendeva anche al recupero di oggetti gettati a riva dalle onde e perciò di ignota provenienza. Gli unici a poterne avere la facoltà erano per il diritto romano i soli legittimi proprietari ai quali spettava tentare il recupero dei beni naufragati, facoltà ribadita da una legge promulgata da Antonino Pio (138-161) e riportata dal giureconsulto romano del III° sec. Ulpiano (*Digesta* 47.9.12). La norma fu motivata dalla esigenza di porre fine ai conflitti giuridici scaturiti da un lato dalla indeterminazione sul possesso dei beni naufragati recuperati e dall'altro dal voler tutelare i proprietari da eventuali razziatori di mercanzie, solo in apparenza abbandonate.

La *Lex Rhodia de iactu* tentò pertanto di fissare chiare norme in materia, entrando in questioni di diritto molto sottili che sembrano confermare la frequenza di tali eventi. In un testo pervenutoci, *Callistratus libro secundo questionum*[7] viene analizzato questo singolare esempio:

> *Se per alleggerire la nave sono state gettate in mare le mie merci ed in un altro punto affonda la stessa nave*

[6] Il *Digesto*, noto in latino come *Digesta* e in greco come *Pandectae* è una compilazione in 50 libri di molteplici frammenti di trattati di giuristi romani redatta per espresso volere dell'imperatore Giustiniano, che ne sancì la promulgazione il 16 dicembre del 533 a cui fece seguito l'entrata in vigore il 30 dello stesso mese.

[7] Cfr. I. Fargnoli, S. Rebenich, (a cura di), *Das Vermächtnis der Römer: Römisches Recht und Europa*, Berne 2012, pp.125 e sgg.

In alto: *un probabile lebete da sommozzatore rinvenuto a Ercolano.* Nella pagina a fianco: *bassorilievo con soggetto navale di epoca romana imperiale.*

[con merci di altri]... [se] *recupereranno con i palombari le loro, essi mi daranno un contributo, e non certo io a loro, se avvenga che con i palombari io salvi alcune delle mie.*[8]

Significativo, pertanto, che una norma della *Lex Rhodia de iactu* specifica per il recupero dei preziosi affondati, prescrivesse, quale compenso per gli *urinatores,* una tariffa legata alla profondità degli interventi: dalla riva a 0,5 m gli spettava la decima parte del valore; fino a 4 m un terzo; fino ad 8 m la metà. È verosimile che, per profondità maggiori - forse fino a 25 m - il compenso fosse contrattato di volta in volta. Intorno alla metà dell' VIII secolo quelle norme furono in qualche modo riprese sotto Leone III a Bisanzio, rientrando in alcune precise norme per la navigazione, i *Nomoi Nautixoi*[9]. Così in merito ai compensi per i sommozzatori e i palombari in questi termini:

Se dal fondo del mare di otto tese [circa 15 m] *vengano tratti oro, argento o quant'altro, chi lo recupera abbia la terza parte. Da un fondo di quindici tese* [circa 25 m], *chi lo recupera abbia la metà per il rischio della profondità del fondale.*[10]

Al di là del significato, peraltro abbastanza chiaro, quel che resta più interessante è appunto la normativa sui recuperi subacquei e sui relativi indennizzi che, come

[8] Da CALLISTRO, *Questiones*, lib. II, D.14.2.4.1.

[9] Si tratta di alcune delle nuove leggi sulla navigazione introdotte da Leone III Isaurico, 675 circa -741, imperatore bizantino dal 25 marzo 717 sino alla sua morte.

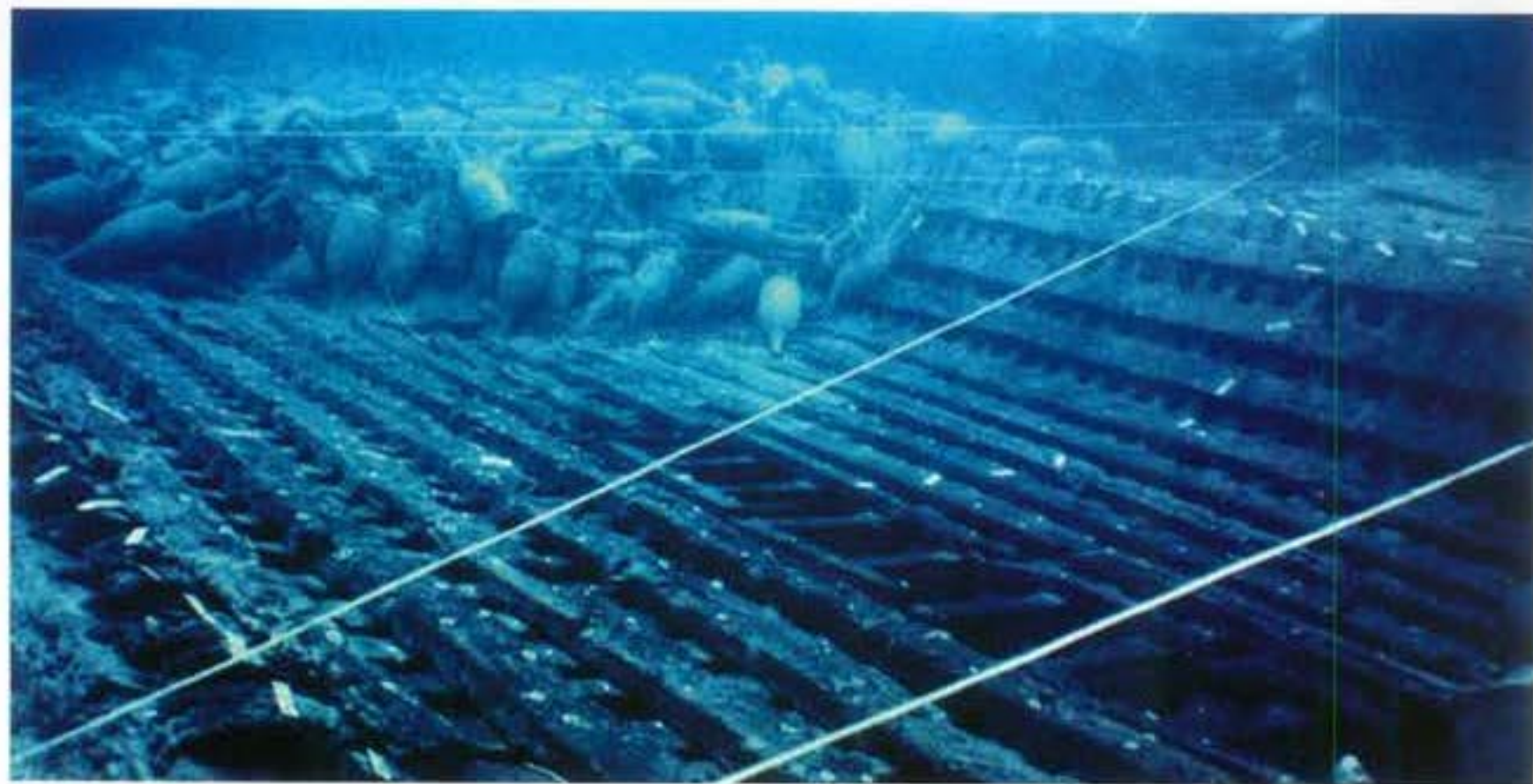
[10] Le principali raccolte iniziano nell'VIII sec. con l'Ecloga di Leone III l'Isaurico (740), di 144 capitoli. Dello stesso periodo sono tre raccolte di consuetudini, il *nómos georgikós*, usi agrari, il *nómos stratiotikós*, regole militari, e il *nómos Rodíon nautikós* (lex Rhodia), norme marinare: dal paragrafo 47 di quest'ultime è tratta la citazione.

accennato, dimostrano la relativa frequenza sia delle perdite che, appunto, dei recuperi. In almeno un caso, quello inerente a una nave romana affondata nei pressi del porto di Mandrague, sulla costa nord occidentale di Giens, scoperta nel 1967 su di un fondale compreso fra i 18 ed i 20 m, le attività archeologiche permisero di riportare in superficie una buona parte del carico, circa 600 anfore, disposte in origine su tre strati, in una stiva lunga una quarantina di metri e larga una decina. Per la regolarità dello stivaggio fu agevole far ammontare il trasporto originario a circa 10.000 anfore simili, delle quali però non vi era alcuna traccia! La presenza nei pressi del relitto di numerose pietre, come quelle usate per zavorra dagli *urinatores* e l'osservazione che la flora marina, particolarmente abbondante, era cresciuta dopo la scomparsa di gran parte delle anfore, notificarono l'avvenuto recupero effettuato poco dopo l'affondamento[11].

Potrebbe, se mai, stupire il troppo ricorrente naufragio su fondali molto bassi, ma bisogna ricordare che la navigazione, fin quasi al XIX secolo, avveniva soltanto a vista, di capo in capo, non esistendo alcuna possibilità di calcolare con discreta precisione la posizione della nave. Quindi nessuna imbarcazione si allontanava più di un miglio dalla terra, anche per la costante insidia dei corsari, e vi rientrava sistematicamente sul far della sera, per cui gli affondamenti inevitabilmente si concentravano proprio in questa ristretta fascia, dai fondali alquanto modesti.

4.5. I falsi segnali

Nella Grecia arcaica diversamente dalle leggi promulgate in Roma, quanto trovato sulla spiaggia dopo un naufragio, e non di rado persino i superstiti, apparteneva a chi li trovava. Si trattava di un apporto economico non irrilevante, soprattutto lungo le coste frastagliate dove era abbastanza facile naufragare durante le tempeste. Non stupisce pertanto che si esaltò quel naturale rischio con false segnalazioni nautiche, nella fattispecie fuochi accesi a mo' di fari: non indicavano, ovviamente, la rotta sicura

[11] Il relitto della grande nave da trasporto romano, un mercantile stimato di 400 tonnellate di portata lorda con dislocamento di 5.500 tonnellate, fu scoperto nel 1967 ad una profondità di 18-20 m, al largo della costa meridionale della Francia in prossimità del porticciolo di La Mandrague de Giens. L'affondamento avvenne intorno al 70, mentre trasportava un cospicuo carico di vino. Gli scavi subacquei si effettuarono tra il 1976 e il 1982, e nel corso del lavoro si è scoperto che il relitto era stato oggetto di recupero poco tempo dopo l'affondamento. Le tante pietre disseminate nelle sue immediate adiacenze, infatti, appartenevano agli apneisti locali che riuscirono a portare in superficie almeno la metà delle anfore trasportate.

per il porto ma quella altrettanto sicura per il naufragio! Contro tale crimine, non lontano dalla pirateria, si operò sempre con energia come si può leggere in Ulpiano:

La vigilanza dei governatori delle province deve essere esercitata con attenzione per prevenire ai pescatori di simulare luci di notte per ingannare i marinai, come se indicassero che stanno giungendo in qualche porto, e in questa maniera portano le navi e i loro passeggeri nel pericolo, e si preparano per un odioso saccheggio.[12]

Come se non bastasse, a volte per provocare i naufragi si giunge a sabotare i timoni della nave, soprattutto quando la merce trasportata è di notevole valore. A darne conferma un senatoconsulto dei tempi di Claudio che così prescriveva:

Se qualcuno, in un naufragio, dovesse rimuovere entrambi i timoni dalla nave o solo uno di loro, sarà considerato responsabile per tutta la nave.[13]

Sotto Adriano, inoltre, venne promulgato un editto teso a perseguire le azioni di furto e di depredazione ai danni dei naufraghi, attingendo le testimonianze sul crimine dai padroni dei terreni limitrofi alle spiagge. L'azione si distingue in due modalità attuative: la prima quando il suo attuarsi è contestuale al naufragio, approfittando delle traversie magari anche con violenza, ricadendo in tal caso nelle prescrizioni delle severissima legge Cornelia:

Quando qualcuno si appropria con violenza nel luogo dove un naufragio avviene o è avvenuto, è obbligato a essere sanzionato secondo i termini di questo editto.[14]

[12] *Digesta*, 47.9.10.
[13] *Digesta*, 47.9.3.8.
[14] *Digesta*, 47.9.7.

Più lieve la colpa, equiparata a un semplice furto, quando l'impossessarsi dei beni naufragati avviene senza esserne a conoscenza dell'origine:

Tuttavia colui che si appropria di oggetti ritrovati sulla spiaggia dopo un naufragio è da considerarsi piuttosto come un ladro, per cui non rientra in questo editto (le cui pene vengono sancite dalla Legge Cornelia); il caso è simile a quello di chi si appropria di un oggetto caduto da un carro, pertanto non deve esservi l'aggravante della violenza.[15]

In entrambe le circostanze, un eventuale conflitto tra coloro che a vario titolo sono entrati in possesso di beni naufragati e i rispettivi proprietari si risolve sempre a favore dei secondi.

[15] *Digesta*, 47.9.3.

Nella pagina a fianco: *il relitto della nave romana rinvenuta a Mandrague de Giens; evidente l'assenza di carico in buona parte dello scafo, verosimilmente recuperato poco tempo dell'affondamento dagli urinatores locali.*
Sotto: *anfore per olio di oliva recuperate da un relitto di nave romana naufragata a largo delle coste liguri.*

PARTE QUINTA
LA CAMPANA SUBACQUEA

5.1. Attività subacquea all'assedio di Tiro

Nell'estate del 332 a.C. Alessandro il Macedone intraprende l'investimento ossidionale di Tiro. L'impresa si dimostra subito improba sia per l'ubicazione della città, su un isolotto a mezzo miglio dalla terraferma sia per le sue possenti fortificazioni, erette quasi sul bordo della spiaggia.

L'artiglieria nevrotona macedone, nonostante l'adozione dei rivoluzionari propulsori a torsione, da una tale distanza non può entrare in azione, né può effettuare un efficace tiro da bordo delle navi per la loro instabilità e, soprattutto, per la loro simmetrica esposizione ai colpi dei difensori che per la eccessiva vulnerabilità degli scafi si dimostra di ben altra consequenzialità. L'unica possibilità prospettata al giovane condottiero è la costruzione di un lungo istmo artificiale che trasformi l'isola in una penisola, una sorta di diga foranea sufficientemente larga da consentire di battere, da distanza ravvicinata e da colossali elepoli, le mura nemiche.

L'idea trova immediata attuazione, ma col progredire dei lavori le difficoltà montano: il fondale sempre più alto ingoia le gettate mentre le artiglierie delle navi dei Tiri decimano i genieri, obbligando la flotta macedone a un'incessante crociera. Le acque, già infide per le forti correnti, sono rese ulteriormente temibili dagli uomini rana nemici che vi affondano grossi macigni, capaci di squarciare le carene degli scafi incautamente accostatisi.

Arriano, nella sua *Anabasi di Alessandro*[1], rievocando l'episodio, pone in evidenza la decisione del Macedone di far trarre dal mare quei micidiali scogli:

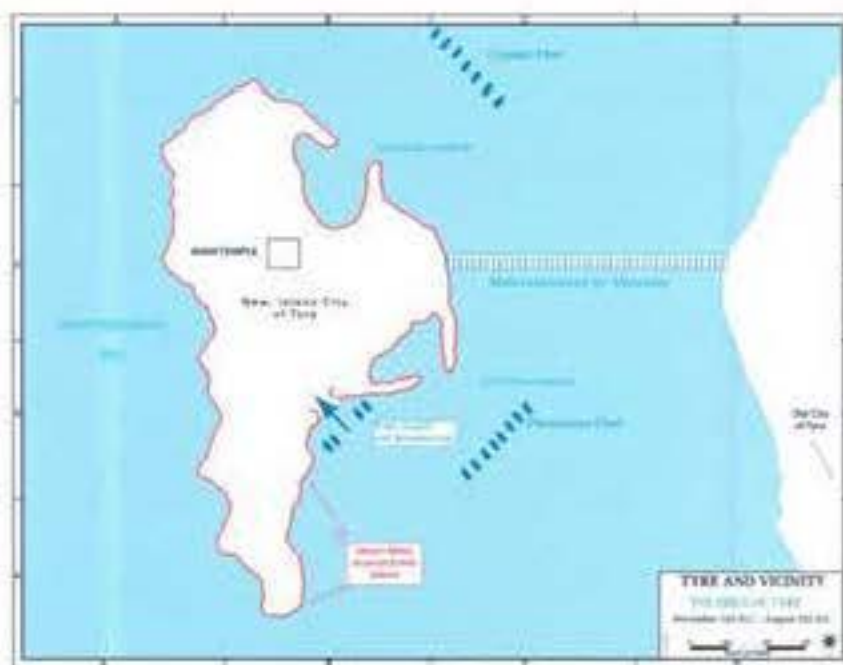
> *Per le navi da trasporto dei cavalli e per le triremi, che accostavano al muro le macchine, non era agevole in quel posto avvicinarsi alla città, poiché molti massi gettati in mare impedivano loro l'attacco da presso. 5-Ales-*

[1] L'*Anabasi di Alessandro*, fu iniziata da Arriano ad Atene, durante l'ultimo periodo della sua vita, ed ebbe come modello l'*Anabasi* di Senofonte, da cui il titolo e la suddivisione in sette libri. Le fonti alle quale Arriano attinse furono i diari di Tolomeo e di Aristobulo, che a suo parere avrebbero dato ampia attendibilità all'opera. È certamente significativo che nella selezione degli argomenti operasse una drastica distinzione fra la tradizione più accreditata, della quale si avvale, e quella più leggendaria, detta *vulgata*, che troverà ricorrenti esposizioni.

Nella pagina a fianco e sotto: *raffigurazioni artistiche dell'assedio di Tiro condotto da Alessandro Magno nel 332 a.C.*

sandro decise allora di tirarli fuori dal mare: questo lavoro però si compiva con fatica, in quanto avveniva dalle navi e non dalla terraferma: per di più i Tiri, dopo aver corazzato delle navi, le spingevano accanto agli ormeggi e tagliando le funi degli ormeggi rendevano impossibile l'approdo delle navi nemiche. 6-Alessandro, avendo corazzato allo stesso modo molte navi a trenta rematori, le collocò di traverso davanti agli ormeggi, per respingere da esse l'attacco delle navi. Ma anche così alcuni palombari tagliavano loro le funi sott'acqua. I Macedoni allora servendosi di catene anziché di funi per le ancore, le calarono giù, cosicché i palombari non ottenevano più alcun risultato. 7-Legando dunque corde intorno ai massi, dal molo li tiravano fuori dal mare; poi alzandoli con le macchine li lasciavano cadere sui fondali alti, dove erano destinati a non fare più danno creando sbarramento.[2]

[2] Da ARRIANO, *Anabasi di Alessandro*, II, 21, 3-7

Nella pagina a fianco: *statua equestre di Alessandro Magno, Napoli, Museo Archeologico Nazionale.*
In alto: *ricostruzione artistica dell'assedio di Tiro.*
Al centro: *mappa dell'assedio di Tiro: evidenziata la lunga banchina di collegamento con la terraferma fatta costruire da Alessandro*

Apposite navi-pontone, ben ancorate, si accingono all'opera, ma ne sono presto distratte dagli stessi sub che hanno reciso le gomene d'ormeggio, procedura come in precedenza ricordato, frequente negli assedi anfibi. L'adozione di nuove ancore vincolate con catene consente la ripresa del lavoro e questa volta sono i sommozzatori macedoni a imbracare i massi: lentamente issati dalle gru di

bordo dopo un breve spostamento finiscono affondati nella colmata. Prima, però, stando ad altre fonti è Alessandro in persona a voler vagliare quelle ostruzioni sottomarine, immergendosi in una campana, battezzata *Kolympha*, insieme a Nearco, suo ammiraglio in capo. Ideatore di quel primo mezzo collettivo subacqueo sembra essere stato lo stesso Aristotele e le sue osservazioni, già citate, stanno a dimostrarne la verosimiglianza dell'ipotesi.

5.2. La prima campana subacquea, 332 a.C.

Al di là delle immersioni più o meno a corpo nudo, dalle pagine degli storici a partire dal quarto secolo a.C. si iniziano a leggere espliciti riferimenti ad apposite apparecchiature, dalle più semplici come i caschi da palombaro a le antesignane campane subacquee. Tra queste spicca per la rilevanza tecnica e per l'eco che ebbe durante l'intero Medioevo, almeno fino alla sua ricomparsa in età rinascimentale, la campana di Alessandro Magno, costruita quasi certamente su ispirazione del grande filosofo suo pedagogo. Al di là delle astruse, e spesso errate deduzioni, la dinamica di fondo dell'equilibrio isobarico stabilitosi fra acqua ed aria all'interno della clessidra durante la sua immersione, quindi del lebete e infine della campana, è perfettamente recepita. La precisa spiegazione è alla base della costruzione della campana di Alessandro, la prima del genere se non cronologicamente di certo per dimensioni, almeno stando a varie fonti, con i suoi m 3.70 di diametro per 2 di altezza. Circa 18 m^3 di volume, con spinta di galleggiamento al netto del peso di oltre 6 tonnellate, neutralizzata da una congrua zavorra in grado di far scendere la campana, che una volta sul fondo, sganciatane una parte, grazie alla restante sarebbe restata stabilmente sollevata dal fondale trattenuta in perfetto assetto orizzontale dalle relative funi. Fu stando alle fonti battezzata *Skaphe-andros* o *Kolympha*: il primo nome, *uomo-barca*, etimologia del nostro *scafandro*, sembra ben attagliarsi a un dispositivo individuale per l'immersione quale il *lebete*; il secondo, invece, da *κολυμβητής palombaro*, o più precisamente da *Kolymbào mi immergo*, suggerisce appunto una campana da immersione, tanto più che κολυμβῆθρα significava pure *tinozza* e non ultimo *colymbus* è un uccello tuffatore.[3]

Tanto quest'episodio circa l'impiego di sommozzatori tiri e macedoni, tramandatoci nel *Romanzo di Alessandro*, quanto le citazioni di Arriano, , non tradiscono mai alcuna meraviglia, lasciandoci perciò supporre che fossero già da tempo prestazioni acquisite e ricorrenti. Del resto, dal ricordato bassorilievo dei sommozzatori assiri del IX sec. a.C., alla lapide degli *Urinatores* romani del primo, si ricava il continuo costante perfezionarsi e differenziarsi della attività subacquea e delle relative tecniche impiegate. Quanto alle notizie sulla campana di Alessandro ci sono state in parte tramandate proprio dal suddetto romanzo e da una sorta di sua riduzione detta *Epistola Alexandri ad Aristotelem*, in realtà un scritto apocrifo del VII secolo, che per la loro impostazione fantastica conobbero una immensa notorietà nel Medioevo in ogni parte del mondo, con varianti indiane, islamiche, persiane, arabe, cristiane europee dove sempre Alessandro Magno assurge a protagonista di avventure incredibili in mondi irreali, tra i quali quello degli abissi e dello spazio.

Quasi impossibile risalire all'autore originale del testo che soltanto una tradizione indica in Callistene, vittima dello stesso Alessandro durante la congiura dei paggi, senza peraltro scartare l'ipotesi di Esopo e, persino, di Ari-

[3] Cfr. O. Pianigiani, *Dizionario etimologico della lingua italiana*, Varese 1993, alla voce 'palombaro'.

In alto: *veduta aerea scattata durante la seconda guerra mondiale dell'antica isola di Tiro, ormai trasformata in penisola: ancora ben evidente come una fascia scura al centro dell'istmo, la colmata fatta fare da Alessandro.*
Nella pagina a fianco: *miniature di varie etnie ed epoche raffiguranti l'immersione di Alessandro il Macedone nella campana subacquea*

stotele. Quanto alla datazione la prima redazione sembra essere quella composta da Giulio Valerio agli inizi del IV secolo, una traduzione dal greco al latino, che pertanto lascia intatto il quesito sulla effettiva datazione del testo, reso ulteriormente più enigmatico dall'incessante stratificarsi di ulteriori apporti intorno al nucleo di base della narrazione. In base ad attente analisi alcuni studiosi sono giunti, tuttavia, a ipotizzare un autore greco, un non meglio precisato Pseudo Callistene che avrebbe redatto il testo originario in un ambito non meglio precisabile del mezzo millennio successivo alla morte del Macedone (323 a.C.) in Alessandria, alla corte dei Tolomei.[4] A conforto della tesi la diversa genealogia di Alessandro, attribuito come figlio naturale a Nectanebo, ultimo faraone egiziano e non più a Filippo II.

L'epopea fantastica, continuando ad accrescersi indistintamente, trasformò nel Medioevo la figura del sovrano in una sorta di divinità, venerata in tutte le religioni che a vario titolo rientrarono nel contesto geografico delle sue conquiste, anche molto dopo la sua morte, raffigurandolo perciò nelle precipue fogge tradizionali, in particolare nella sua avventura sottomarina a bordo della campana di cristallo. Va infine osservato che alla narrazione fu riservata, per secoli, l'attendibilità di una esplorazione geografica, acquisendola come assoluta verità senza alcuna obiezione o riserva di sorta. Solo le esperienze con le campane del XVI secolo iniziarono a scalfire quelle immaginarie narrazioni.

5.3. *Kolympha*

La campana fatta costruire da Alessandro, prendeva spunto da quella dei pescatori ma era di notevoli dimensioni e complessità. Consisteva in una sorta di enorme botte, alta un paio di metri e larga quasi il doppio, uno scafo a doghe completamente chiuso, tranne che per l'unica apertura inferiore, ed a perfetta tenuta stagna. Alcuni piccoli fori, muniti di vetri trasparenti, permettevano la visione dell'esterno, mentre all'interno vi erano una panca anulare, delle mensole per il deposito di abiti asciutti e viveri, nonché alcune lampade. Una pesante zavorra annullava la spinta di galleggiamento, e molte funi ne consentivano il recupero dalla nave appoggio mediante una gru su richiesta dal su equipaggio, forse con il suono della campanella di bordo azionata da una sottile sagola. Dal momento che in immersione, come delineato, l'aria nella campana aveva

[4] Cfr. R. Stoneman, (a cura di), *Il romanzo di Alessandro*, Bologna 2007, vol. I, pp. LXXIII, e sgg. Cfr. M. Centanni, a cura di, *Il romanzo di Alessandro*, Venezia 1998, pp. LXV-LXIX.

la stessa pressione dell'acqua al di fuori, un sommozzatore respirandola mediante un tubo collegato ad un boccaglio era in grado di allontanarsi di alcuni passi dalla campana, operando sul fondo eventuali recuperi. Ovviamente superata la ventina di metri di profondità si sarebbe dovuta effettuare una decompressione, prima di tornare in superficie, ma raramente campane siffatte potevano scendere ulteriormente.

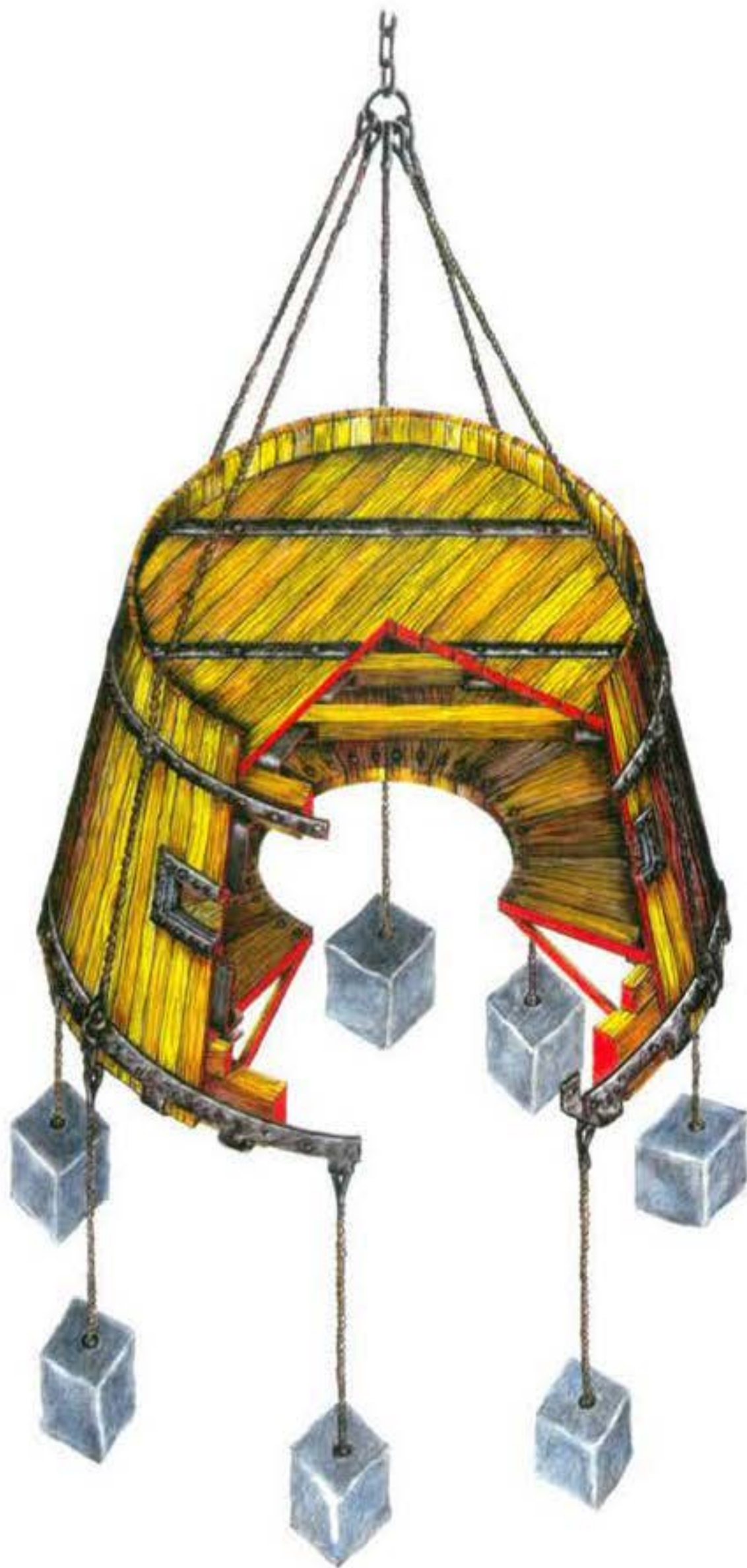
Stando alle fonti, infatti, che almeno su questo sembrano concordi, venne costruita come una grossa tinozza, irrigidita da spesse cerchiature di ferro esterne e da massicci anelli di legno interno, munita di oblò a vetri trasparenti di piccole dimensioni, e minuziosamente calafata. I vetri non costituivano un grave problema limitandosi la pressione da sopportare fra 1 e 2 kg/cm^2, peraltro neutralizzata da quella dell'aria interna. Più interessante la spessa calafatazione sempre ricordata dai vari autori, i quali non dicono, però, esulando dalle loro competenze, che a differenza delle navi coeve non fu fatta all'esterno delle doghe, cioè tra il legno ed il mare, ma all'interno, cioè tra l'aria e il legno! Serviva, infatti, a impedire all'aria interna di sfuggire e, per ovvia conseguenza, impedendo all'aria di uscire, a maggior ragione, impediva all'acqua di entrare!

Va osservato, inoltre, che uno scafo tanto capiente consentiva a due uomini la permanenza per circa 3-4 ore, (l'ossigeno all'interno ne avrebbe consentite molte di più senza però il letale accumularsi di anidride carbonica) durante le quali potevano osservare dagli oblò e dall'apertura della base l'ambiente circostante. Col tempo si perse nozione delle esatte caratteristiche della *Kolympha* e delle sue effettive connotazioni, moltiplicandosi al loro posto, sin dal II secolo della nostra era, una pletora di leggende e di assurde fantasie che in nulla la rievocavano. Per trovare di nuovo una reale campana subacquea si deve attendere il 1446 con i tentativi compiuti da Leon Battista Alberti, per recuperare le navi di Nemi, e soprattutto il 1535 con quelli effettuati con maggior fortuna da Francesco De Marchi.

5.4. *Immersioni fantastiche*

Le numerose raffigurazioni medievali che tramandano uno strano sovrano, tale per la corona che immancabilmente calza in testa, chiuso in grossa botte di vetro immersa nel mare, costituiscono un singolare repertorio di ingenue raffigurazioni che in qualche modo tentavano di spiegare la straordinaria esperienza sottomarina di Alessandro. Per quanto lecito dedurre dalle fonti, scopo dell'immersione era la visione diretta degli ostacoli posti dai Tiri sul fondo del mare per affondare le navi macedoni. Forse dei pali conficcati sul fondo, forse delle catene tese, forse dei macigni appena sotto la superficie: in ogni caso ostacoli insidiosi destinati a sfondare le carene delle navi che avessero tentato di accostarsi alle mura per batterle con le loro artiglierie. Ma nelle rievocazioni quella concreta finalità scompare per lasciare spazio ad una serie di descrizioni leggendarie e fantastiche, divenendo il brano che segue nel *Romanzo di Alessandro*:

> *Come vidi quelle perle straordinarie, pensai che negli abissi di quell'innavigabile mare forse c'erano altri tesori: e perciò inventai questa macchina: una grande gabbia di ferro, dentro la quale fosse inserita una enorme botte di vetro; doveva essere spessa un cubito e mezzo e sul fondo doveva esserci un foro, da cui potesse passare*

Nella pagina a fianco: *ricostruzione ipotetica in base alle descrizioni pervenuteci della Kolympha.*
Sopra: *profilo in bronzo di Leon Battista Alberti.*

la mano di un uomo per sondare cosa ci fosse sul fondo del mare; all'interno doveva esserci una portella di chiusura del foro, sul fondo del vaso: di modo che io potessi entrarvi, chiudermi dentro e metter fuori dal foro la mano, per prendere dal fondale sabbioso ciò che si trovava sul fondo di questo mare, e poi ritirare la mano e subito chiudere il foro. E così la feci costruire: ordinai anche che vi venisse attaccata una catena, lunga trecento e otto orgie [circa 600 m] *e diedi ordine che non mi tirassero su finché non avessero visto muoversi la catena: - Quando arriverò sul fondo -dissi- subito scuoterò il vaso, e voi allora mi tirerete su.*
Quando tutto fu pronto entrai nel vaso di vetro: volevo tentare l'impossibile! Entrai dunque nella gabbia metallica, e subito l'entrata venne richiusa. Scesi per centoventi cubiti [circa 50 m]*: ma ecco che un pesce, passando, urtò con la coda la gabbia, la catena si mosse e mi tirarono su; riprovai nuovamente, e accadde lo stesso. La terza volta finalmente riuscii a scendere fino a trecento e otto cubiti e lì vedevo pesci di tutte le specie, che mi giravano intorno. Ed ecco che arriva un pesce enorme, che mi prende con tutta la gabbia nella sua bocca, e mi trasporta fino a terra, a un miglio di distanza: nelle barche, che mi tenevano, c'erano trecentosessanta uomini, e il pesce li rimorchiò tutti, insieme alle loro quattro imbarcazioni. Come fu arrivato a terra stritolò con i denti la mia gabbia e poi la sputò a riva: io ero mezzo morto, anzi morto del tutto dalla paura. Mi gettai a terra, prostrato, a ringraziare la superiore provvidenza che mi aveva protetto e fatto sopravvivere a quel terribile mostro...*[5]

A riprova della fama e delle molteplici varianti dell'episodio, va citata un'altra versione sempre di epoca medievale. In questo secondo brano Alessandro e un paio di suoi amici s'immergono in profondità fantastiche dell'abisso marino, per un tempo lunghissimo in una sorta di esperienza iniziatica, scoprendo lo spettacolo meraviglioso e terrificante di un mondo sommerso popolato da pesci e balene gigantesche. Al sovrano è fatta la grazia di parlare direttamente con un angelo del Signore ma l'esperienza rimane al di fuori della sua comprensione, avvolgendo l'intera vicenda in un'aura di mistero. Il ruolo del sovrano macedone è così assimilato a quello del comune mortale davanti al quale, col preannuncio di un angelo, si sviluppa l'incomprensibile disegno divino. Va ancora precisato che gli Arabi chiamavano Alessandro Magno per la sua grandiosa potenza anche *Dhu'l Qarnain*, ovvero *il Bi-cornuto, colui che ha due corna*, così esplicitato nel Corano:

Questi dissero: oh possessore delle due corna, certo Gog e Magog portano la corruzione sulla terra nostra; ti pagheremo noi un tributo, a condizione che tu ponga fra noi ed essi una barriera.[6]

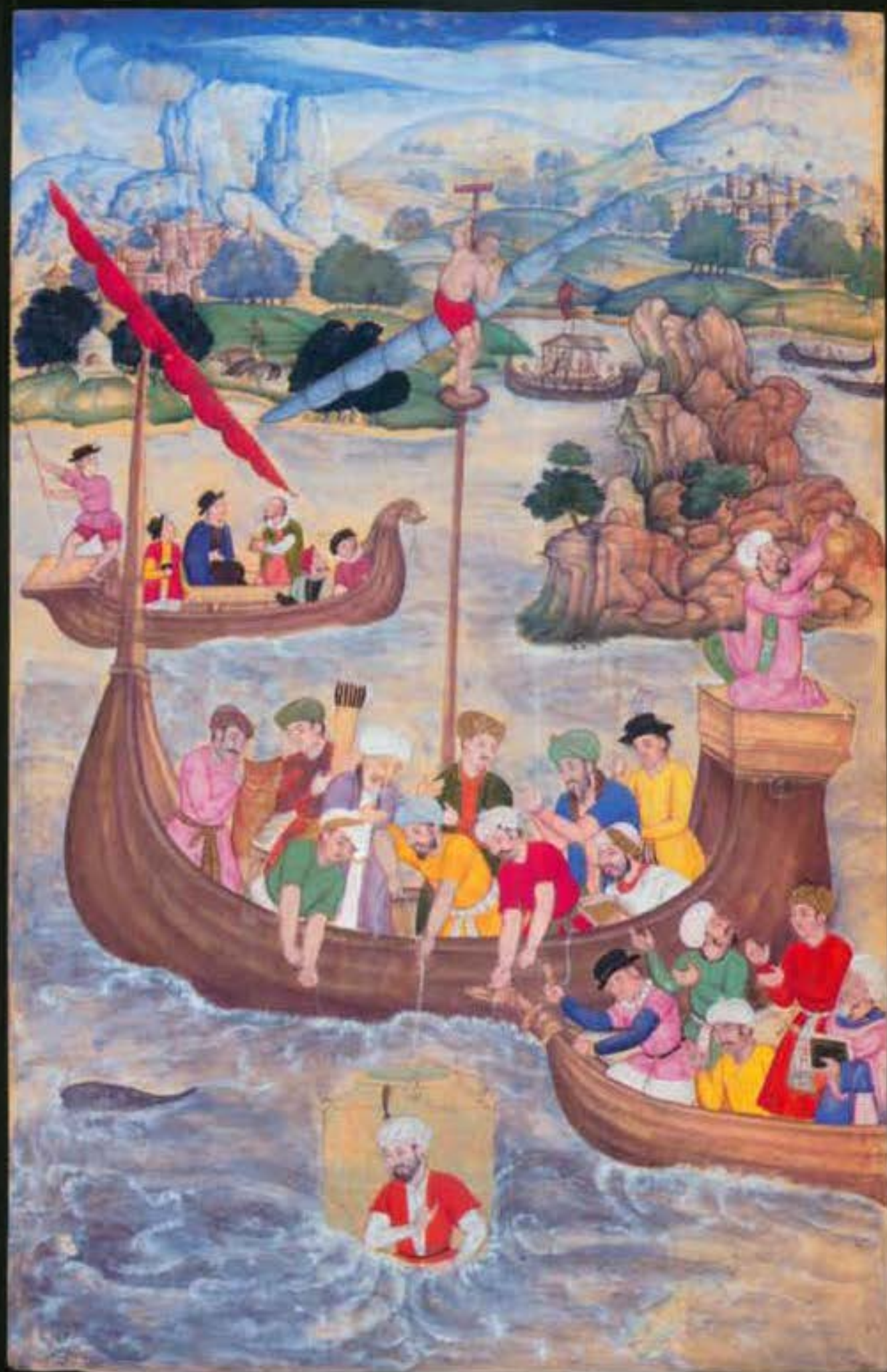
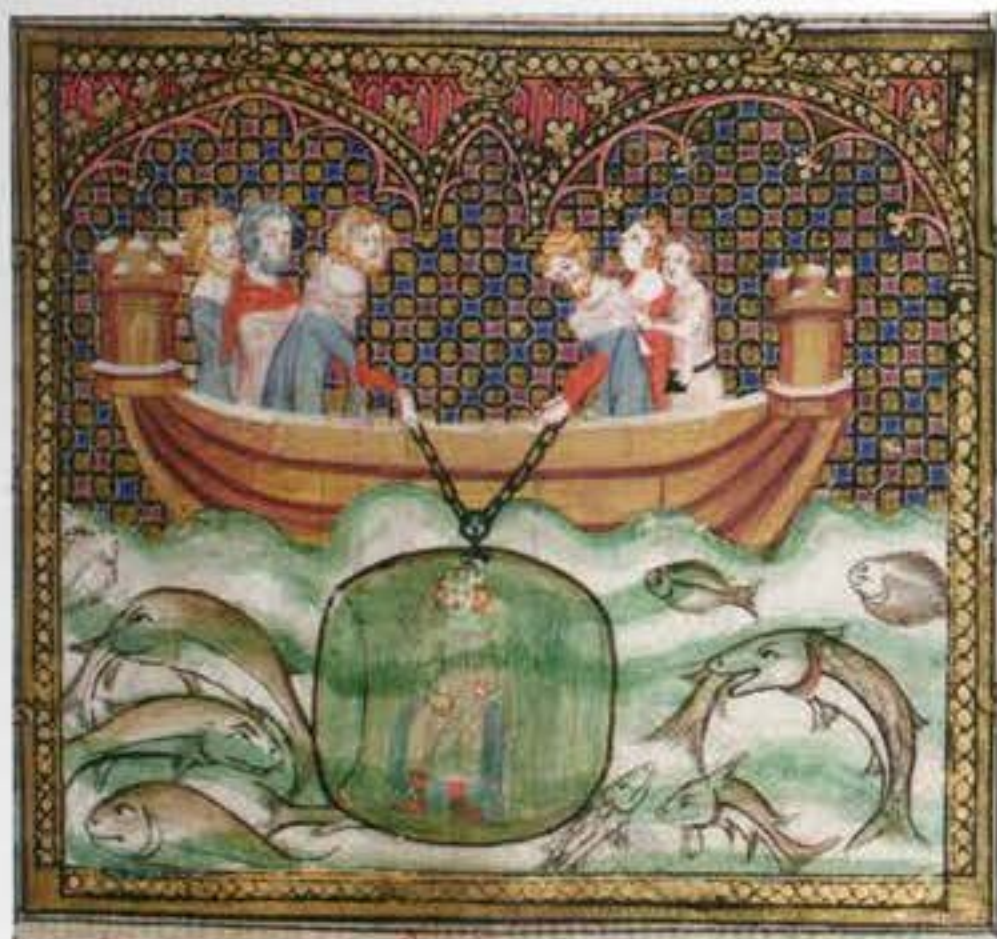
Chiarita la curiosa denominazione questo è il brano menzionato:

Nessuna nave aveva mai navigato in quel mare e nessun uomo lo aveva mai oltrepassato, ma Dio lo condusse senza pericolo fino all'oceano e ai sette mari. Il Bicornuto entrò poi in una gabbia di vetro che era coperta con pelli d'asino ed aveva la porta chiusa con catene e anelli; portò con sé anche i viveri necessari al sostentamento e li depose all'interno della gabbia e condusse con sé anche due amici. Così parlò ai suoi soldati: "sia fatto un patto tra noi: se tornerò da voi prima che trascorrano 100 notti, tutto bene, se non sarò tornato andatevene pure senza di me". Lasciò poi i suoi soldati e Dio fece in modo che nessuno di loro lo naufragasse. Dopo la decorrenza di 70 notti, Dio chiamò l'angelo che aveva cura del mare e gli disse: "ascolta e fa quello che il Bicornuto ti ordina. Prendilo e proteggilo da tutto quello che potrebbe capitargli negli abissi del mare."
L'angelo andò dal Bicornuto in pace e serenità. E il Bicornuto gli disse: "chi sei?" E l'angelo rispose: "sono colui che ha cura del mare e degli animali marini, dall'origine fino alla fine." Allora, la gabbia di vetro nella quale andava il Bicornuto venne colpita dal mare e le onde sbattevano sui fianchi. E l'angelo disse: "senza la mia protezione la gabbia andrebbe in frantumi e tu stesso moriresti." Il Bicornuto ascoltando ciò si rassicurò molto. E di nuovo l'angelo disse: "non rallegrarti prima di essere riemerso dal mare." E nuovamente l'angelo parlò: "vuoi che ti faccia vedere le meraviglie che sono in fondo al mare?" E il Bicornuto disse: "Sì, Signore e messaggero di Dio." Allora l'angelo chiamò un mostro del mare e il mostro giunse subito gli si pose di fronte al Bicornuto. E l'angelo disse al Bicornuto: "vedi que-

[5] La traduzione è tratta da M. Centanni, a cura di, *Il romanzo di Alessandro*, II, 38, Venezia 1998, pp. 111-12.

[6] Dal *Corano XVIII: La caverna, 93.*

Nella pagina a fianco ed in quella successiva: *altre miniature medievali raffiguranti l'impresa di Alessandro.*

luy auoit faicte. quil estoit
sauf descendu a

sto mostro?" E il mostro si avvicinò molto al punto in cui si trovava il Bicornuto e mordeva la gabbia di vetro. Dopo di ciò, il Bicornuto aspettò per due giorni di vedere la parte posteriore e la coda di questo mostro e dopo questo tempo il mostro si allontanò dalla gabbia di vetro e scomparve. E l'angelo disse al Bicornuto: "hai mai visto prima un simile mostro?" e il Bicornuto rispose: "Mai. Le meraviglie di Dio sono veramente stupefacenti." E l'angelo chiamò un altro mostro e gli disse di avvicinarsi molto al Bicornuto. Il mostro era nero come le nuvole e il Bicornuto ne vide la coda non prima di due giorni e due notti. E l'angelo disse il Bicornuto: "hai mai visto un mostro simile o un altro essere più grande?" e il Bicornuto rispose: "Mai, o Signore". E il terzo giorno, l'angelo chiamò di nuovo il mostro marino e disse: "passa presto davanti al Bicornuto, veloce come un fulmine." E il mostro si precipitò, passò velocissimo, ma non prima che trascorressero tre giorni e tre notti le sue parti posteriori e la coda passarono davanti al Bicornuto. L'angelo disse poi al Bicornuto: "quanti giorni sono trascorsi da quando lasciasti i suoi soldati che erano con te sulla nave?" il Bicornuto rispose: "quattro giorni, ma ne devono passare 100." il Bicornuto s'inginocchiò e lodò Dio nel profondo del mare e lo pregò di prolungare le giornate ed arrivare al luogo dove voleva andare. Allora l'angelo gli disse: "alza la testa così da poter vedere cose meravigliose." Il Bicornuto alzò la testa e vide che si trovava proprio davanti alla sua gente che era sulla nave e quando quelli videro il Bicornuto si rallegrarono grandemente.[7]

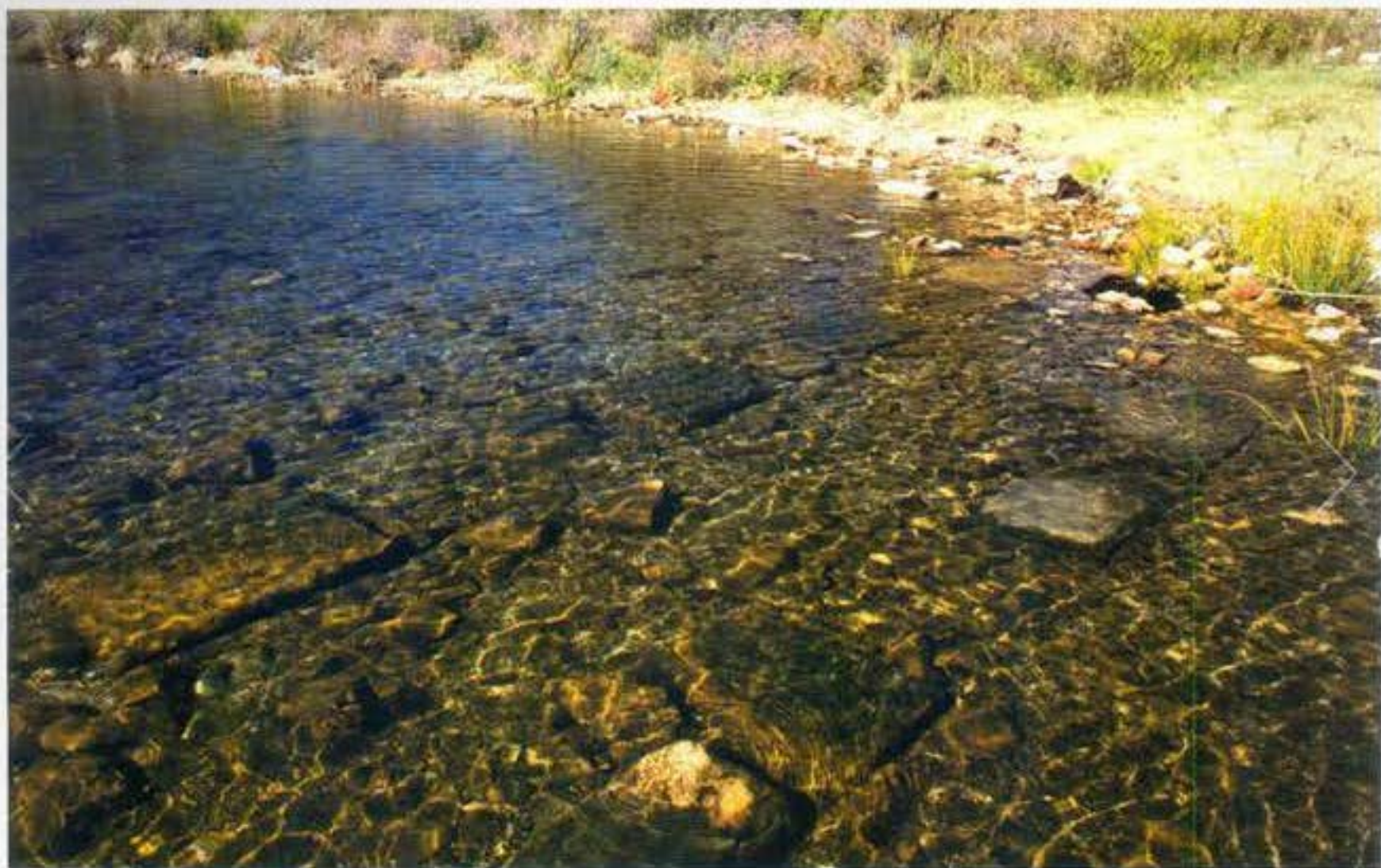
5.5. Imprese subacquee romane

In età romana imperiale è preposta una vera e propria organizzazione professionale a questi lavori di ripulitura del fondo e manutenzione delle strutture subacquee. Le prime avvisaglie di questa specializzazione professionale si avvertono da un passo di Dione Cassio sulla guerra tra Cesare e Pompeo:

> *era alla guardia di questa città (Orico) M.Acilio, et haveva serrata l'ntreta del porto con navi cariche di sassi, et affondate quivi: et oltre a ciò haveva fatto fabbricare certre torri di qua e di là della bocca del porto in terra ferma, et sopra le navi da carico. Cneo fe saltare sotto l'acque alcuni nuotatori, che levassero di su le navi i sassi medesimi; et havendo tirate su quelle navi scariche, aprì l'entrata del porto: havendo poscia nell'una e nell'altra banda del lito messi a terra i soldati delle legioni; egli navigando passò passò dentro: et in tal guisa col fuoco arse tutte le navi, et gran parte appresso della città.*[8]

[7] Versione etiopica del romanzo di Alessandro, la cui base si deve presumere composta tra il V e il IV secolo, ed ulteriormente arricchita a partire dal VII dopo il 632 anno della morte di Maometto.

[8] La citazione è tratta da DIONE CASSIO, *Dell'Historia romana*, traduzione di F. BALDELLI, Venezia 1576, XLII, 12.2.

In alto: *il promontorio di Orico, nell'attuale Albania.*
Sopra: *ruderi della città antica di Orico.*

Ancora una volta la mancanza assoluta di stupore per una impresa subacquea lascia dedurre che fosse ormai entrata nelle procedure belliche, magari utilizzando uomini appositamente addestrati. Va inoltre fatta una osservazione squisitamente tecnica: le ostruzioni subacquee ottenute affondando navi cariche di sassi, non potevano trovarsi a rilevante profondità. La carena degli scafi, infatti, difficilmente scendeva più di un paio di metri sotto il livello del mare, per cui la rimozione delle pietre, che tutto ci lascia immaginare di piccola pezzatura rientrava ampiamente nelle più facili prestazioni degli urinatores.

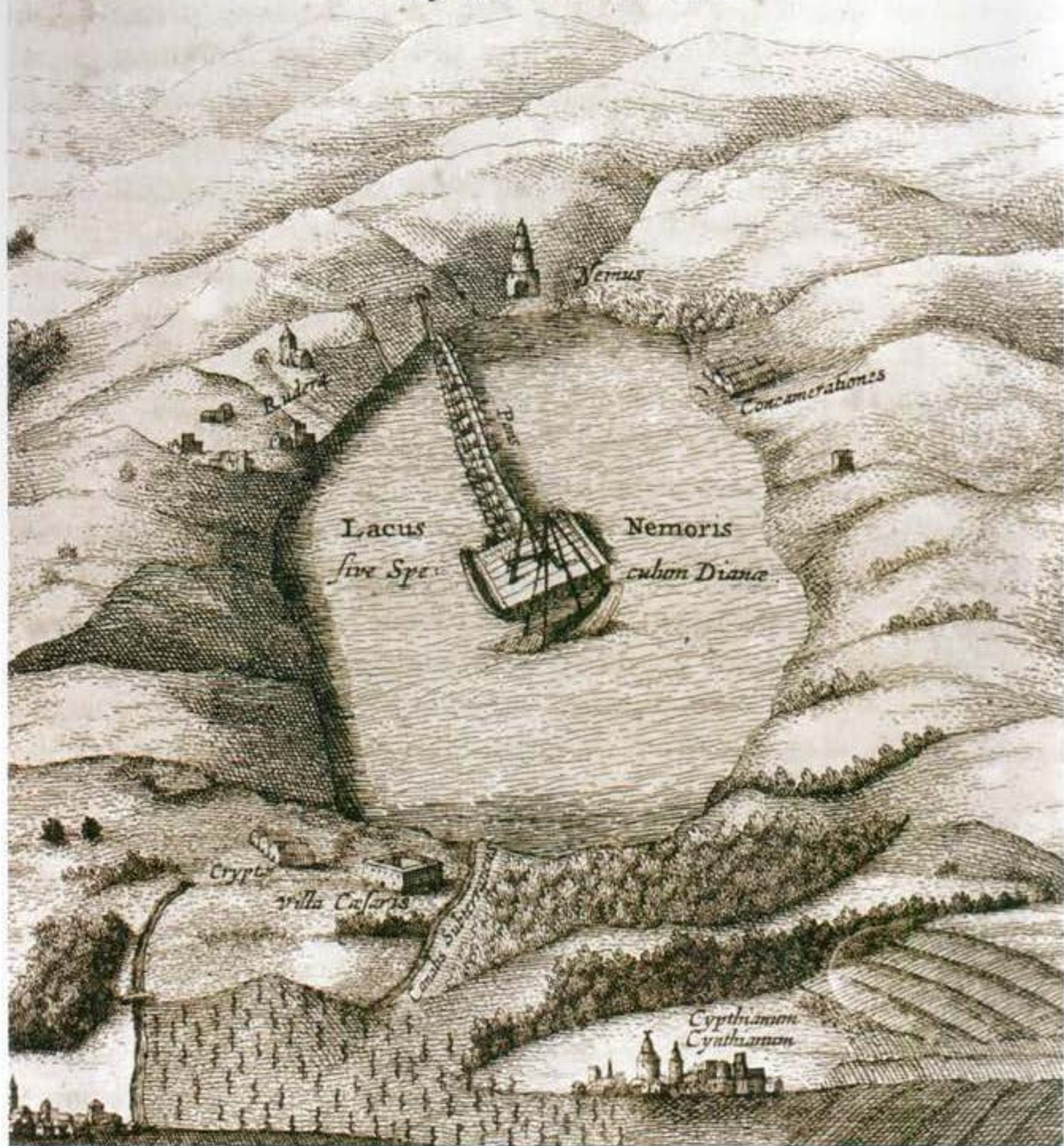
Più esperti e temerari i sommozzatori bizantini che due secoli e mezzo dopo compiono una leggendaria impresa durante l'assedio alla loro Città condotto da Settimio Severo nel 194. Nuotando immersi raggiunsero le gomene delle ancore delle navi romane e, come prassi secolare, le recisero senza fissare a questo punto le altre gomene a dei ramponi inchiodati sulle fiancate delle stesse navi. Alando quelle massicce funi da terra, mediante degli argani, tirarono in secca le malcapitate navi, nonostante il prodigarsi degli equipaggi per sottrarsi alla cattura. Questa la rievocazione dell'episodio fattane da Dione Cassio:

Adunque i Bizantini in que' tempi d'assai cose singolari oprarono, molti travagli ancora soffrirono, mentre per lo spazio di tre anni interi da tutte quasi le flotte del mondo furono assediati. Io poche di quelle cose riferirò, che destano qualche ammirazione. Prendevano essi veramente alcune navi al loro passaggio, che essi con insidie assalivano opportunamente; ma prendevano ancora le triremi nella stazione medesima de' nimici, le quali ad essi traevano, tagliando le ancore per mezzo di nuotatori mandati sotto le acque, e i chiodi fissi nei fianchi delle navi, ai quali le funi sul lido erano accomandate; cosicché quelle spontaneamente sembravano dirigere verso di essi il corso loro, non agitate da remi, né da veto. Venivano però presi da essi molti mercatanti tanto volontarj, quanto forzato, i quali, dopo che ad altissimo prezzo vendute avevano le mercanzie da essi portate, fuggendo dalla città assediata si allontanavano...[9]

[9] Da Dione Cassio, LXXV, 12.

In alto: *ruderi subacquei delle strutture portuali di Orico.*
Nella pagina a fianco: *immagini tratte da codici medievali, con scene di battaglie navali e assedi. Nella centrale si scorgono i sommozzatori in azione.*

Lacus Aricini Priſca Conſtitutio
una cum fabrica in medio lacus extructa.

Nemus
Concamerationes
Lacus Nemoris
ſive Spe- culum Dianæ
villa Cæſaris

PARTE SESTA

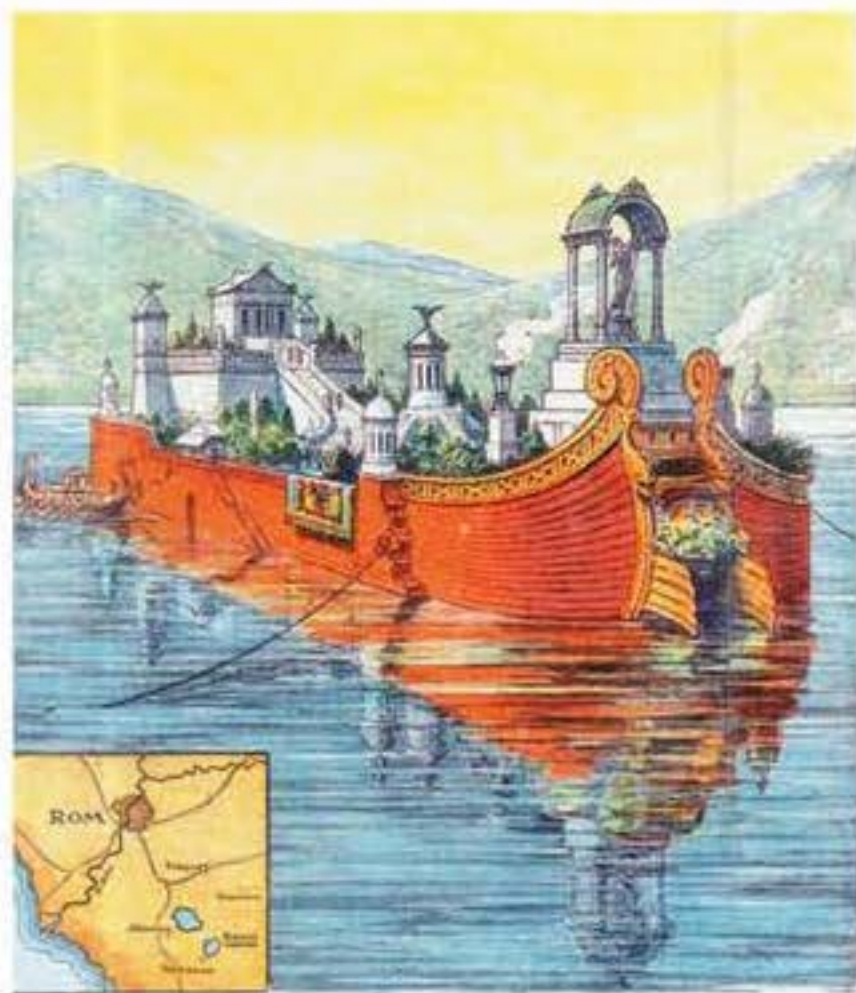
LA CAMPANA DI ETÀ RINASCIMENTALE

6.1. *Le navi di Nemi*

Dopo l'epopea di Alessandro Magno, di campane subacquee non si rintraccia più alcuna menzione, silenzio che lascia motivatamente propendere per il suo completo abbandono. Del resto confortano tale ipotesi le tantissime e ingenue raffigurazioni miniate medievali della mitica immersione, sia occidentali che orientali, che mai tramandano qualcosa neppure vagamente somigliante a quella che avrebbe potuto essere una vera campana. Sarà soltanto dopo l'affermarsi dell'umanesimo che la campana troverà nuovi sostenitori, soprattutto, dopo il diffondersi dei testi classici attraverso la stampa. Pertanto, al di là delle varie narrazioni fantastiche, l'attività dei sommozzatori, in apnea o con l'impiego di piccole campane subacquee o individuali, trova conferma verso la fine del Medioevo nei taccuini dei coevi ingegneri da Kieser a Mariano di Jacopo, da Valturio a Leonardo da Vinci, confortati non di rado da esperienze pratiche. Di quelle pionieristiche e azzardate immersioni un posto di assoluta preminenza spetta a quelle finalizzate all'individuazione, ricognizione e tentativo di recupero delle navi di Nemi. Ad avviarle, intorno alla metà del XV secolo, un protagonista, già mitico architetto ma neofita palombaro, Leon Battista Alberti la cui avventura ci è pervenuta grazie a un cronista altrettanto famoso, il grande umanista Flavio Biondo.

L'evento per alcuni aspetti fu una conseguenza del trattato *De re edificatoria* dello stesso Alberti, nel quale l'autore avendo descritto anche le macchine per sollevare i mastodontici elementi architettonici a notevole altezza, si era così accreditato un'ampia rinomanza nel settore dell'innalzamento di ingentissimi carichi. In base a tale supposta competenza il cardinale Prospero Colonna gli affidò, nel 1441, la ciclopica impresa di far riemergere, sollevandole dal fondo sabbioso presso la riva del lago di Nemi, le due navi di Caligola affondate in epoca antica imprecisata.

I grandi scafi, ormai privi di sovrastrutture, imitavano forse delle zattere sulle quali erano costruiti alcuni edifici, a similitudine delle mitiche dimore orientali, in piena armonia con lo spirito dell'imperatore amante di tutto ciò che fosse abitualmente reputato impossibile ed estroso. Le navi, recuperate tra il 1928 ed il 1932 abbassando il livello del lago, per quanto allora fu possibile constatare erano lunghe

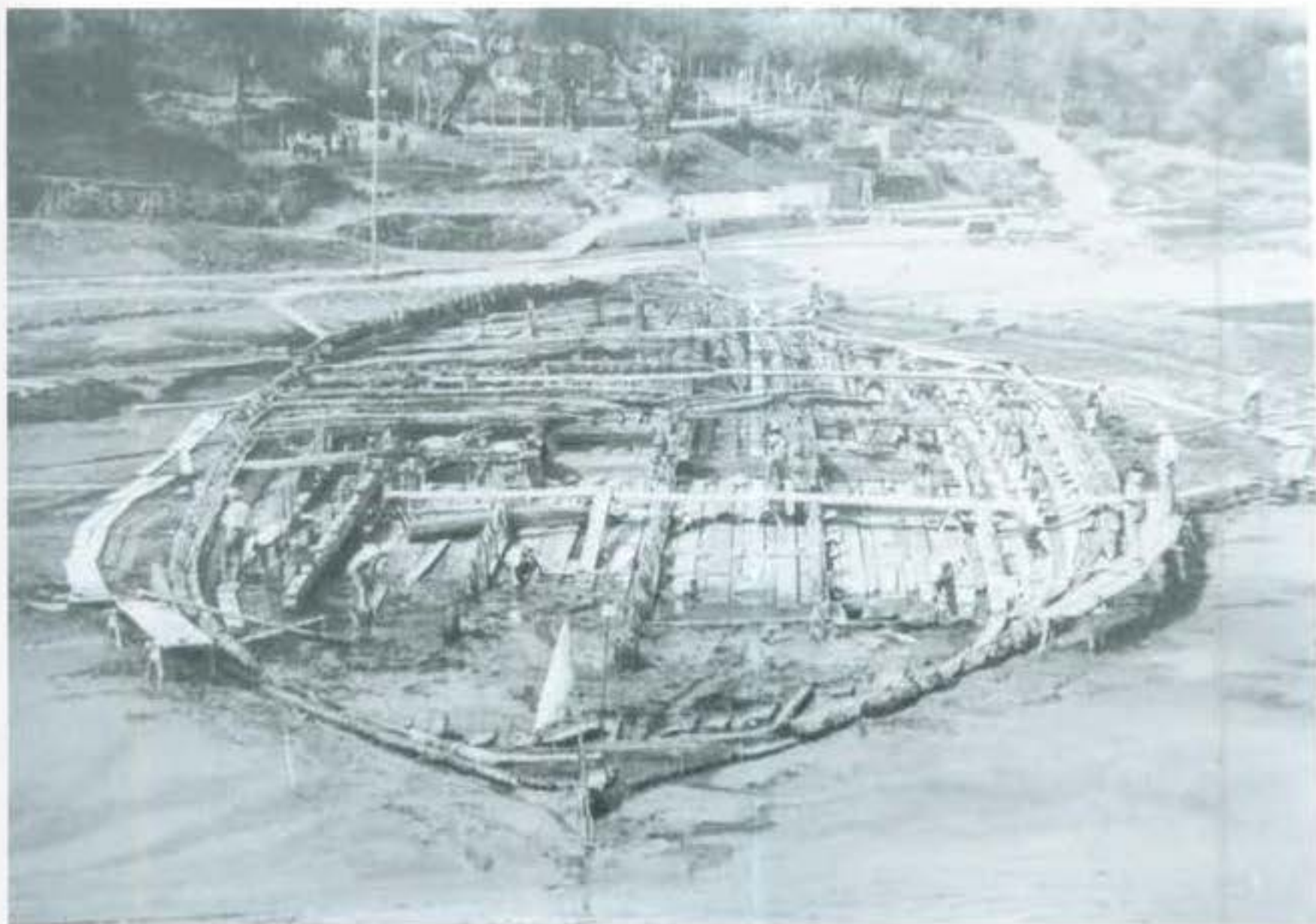
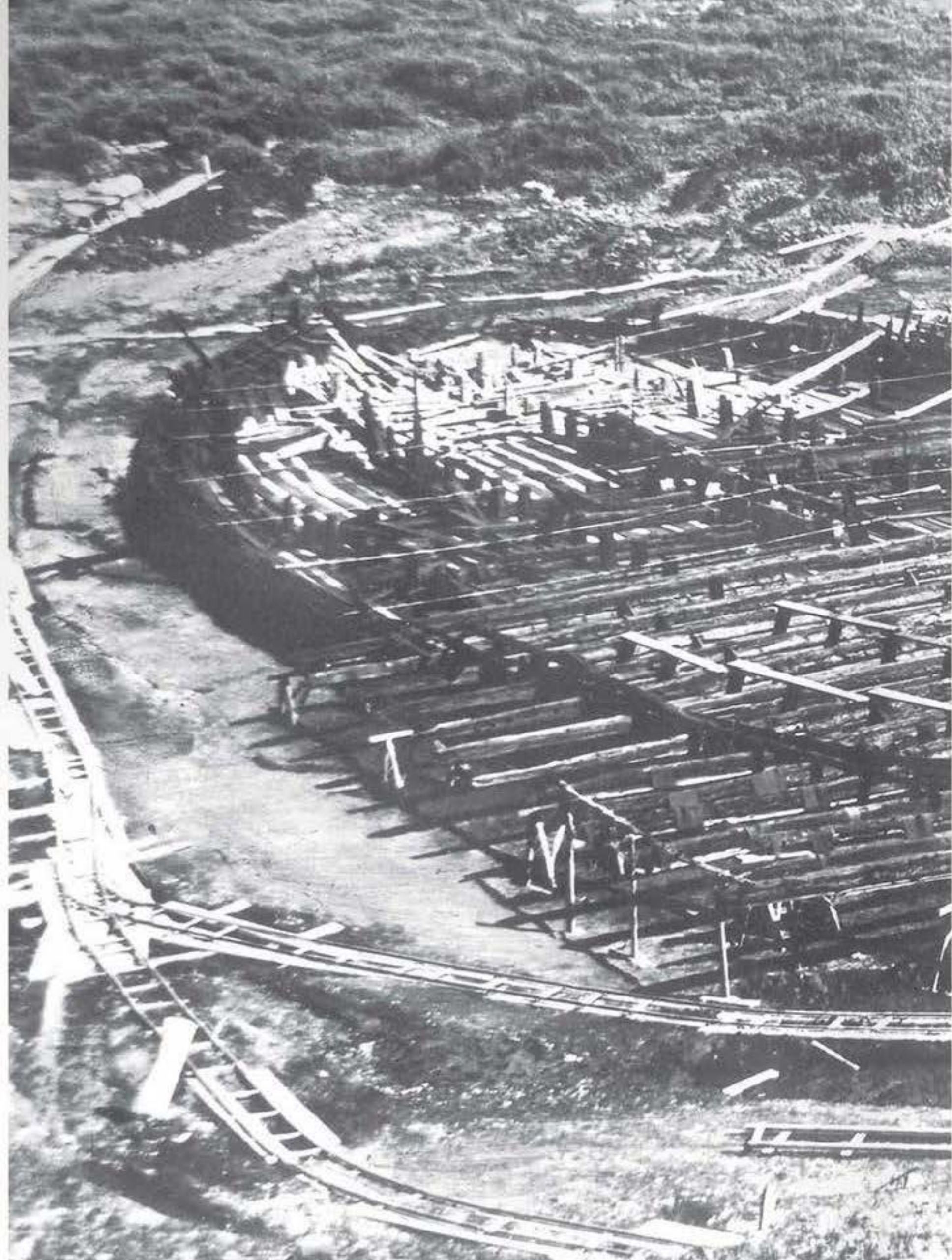
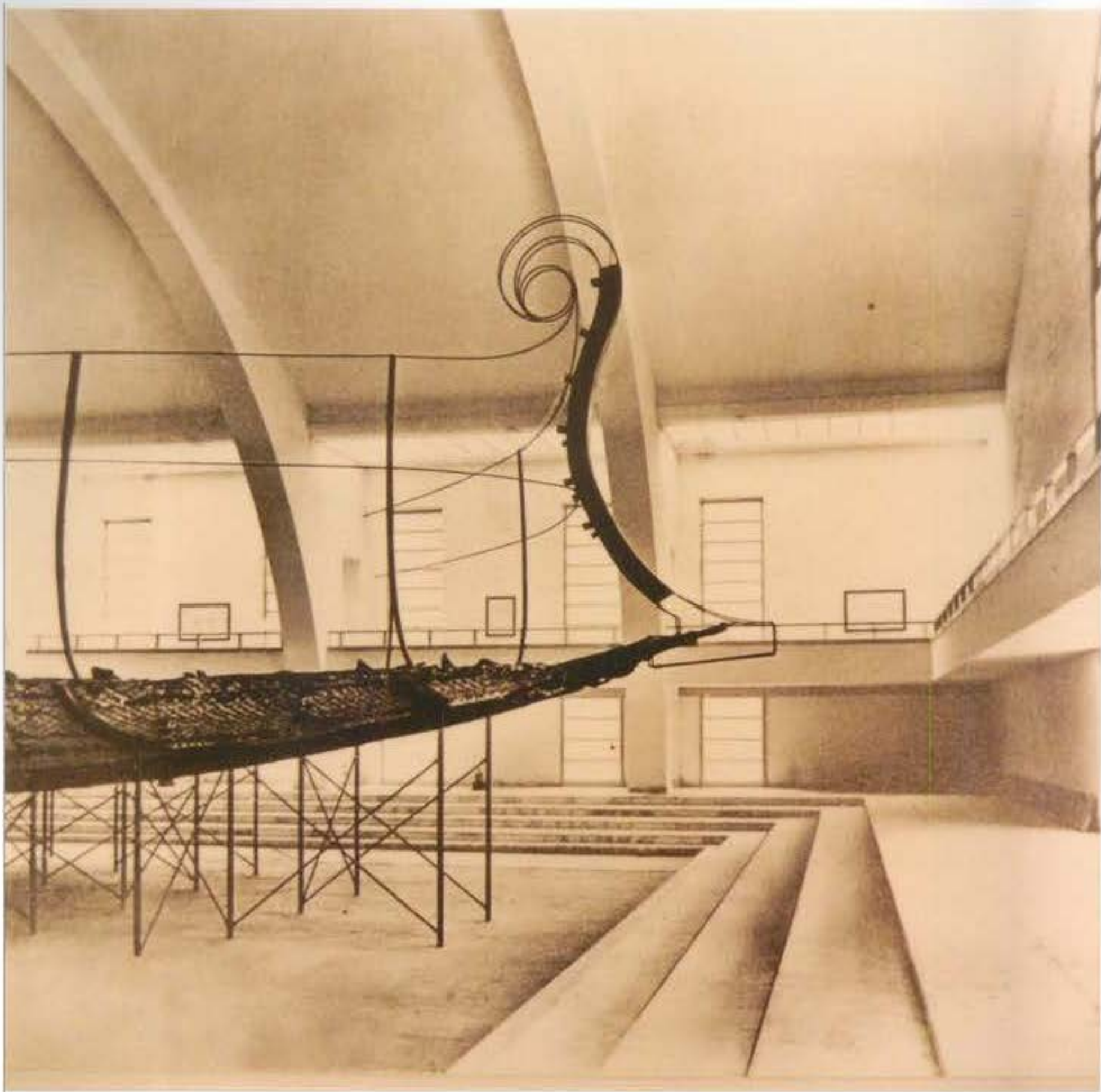
Nella pagina a fianco: *illustrazione tratta dall'opera di Athanasius Kircher, relativa ad uno dei tentativi di recupero delle navi di Nemi. Herzog August Bibliothek, Wolfenbüttel, 1671.*
Sotto: *ricostruzione artistica di una delle navi di Nemi.*

un centinaio di metri per una larghezza di una ventina e un pescaggio di circa tre. Enorme per conseguenza il loro peso, anche limitatamente alla sola opera viva, peraltro appesantita da un integrale rivestimento di lastre di piombo: nessuna meraviglia che, nonostante l'indubbia abilità tecnica dell'Alberti l'impresa, tentata tra il 1446-47, fosse destinata al fallimento e riuscì soltanto a portare a galla un frammento di prua spezzata e alcuni tubi di piombo.

I preparativi per il grandioso recupero consistettero nell'approntamento di una sorta di pontone, una piattaforma sostenuta da botti vuote, capaci perciò di fornire una rilevante spinta di galleggiamento, sulla quale si istallarono le macchine per il sollevamento dotate di appositi ganci. Da Genova furono richiamati dei 'marangoni', ovvero dei reputati specialisti in lavori subacquei, destinandoli ad attente ricognizioni sugli scafi sommersi. Riconosciuto il primo grande scafo e valutatane le dimensioni si decise di tentarne subito il sollevamento, imbracandolo con funi e ganci, senza però riuscire a smuoverlo, avvinto com'era dalla morsa di fango. Ne emerse soltanto una discreta sezione della prua che bastò a suscitare lo stupore generale una volta esposta a Roma. Il reperto, infatti, fu mostrato per un breve periodo tant'è che se ne può ritrovare menzione nelle cronache coeve e nelle memorie del pontefice Pio II, morto nel 1464[1], recatosi anche lui ad ammirarlo. In seguito del cimelio si persero le tracce, al contrario dell'esistenza delle navi che da allora divennero l'attrattiva per antonomasia del lago, inducendo di lì a breve una seconda e più singolare imprese subacquea. Queste comunque la cronaca di Flavio Biondo circa il sollevamento della prima nave:

> *Essa era composta tutta di tavole grosse tre dita di un legno chiamato larice; e tutta intorno al di fuori era coperta d'una buona colla di color giallo, o purpureo; e sopra questa vi erano tante piastrelle di piombo, chiavate con spessi chiodi non di ferro, ma di bronzo, che mantenevano le navi e la colla intera, e la difendevano dall'acqua e dalle piogge. Di dietro poi era talmente fatta, che non solo era sicura dall'acqua; ma si poteva dire e dal ferro, e dal fuoco. Era prima sopra il legno tutto disteso di buona creta, sparsa tanto ferro liquefatto (sarà stato in altra maniera) che faceva una piastra, poco meno quanto era tutta la nave di tavole, ed in qualche luogo era grossa un dito, in alcun altro due; e sopra il ferro era un'altra impiastrazione di creta; e ci parve di vedere che mentre era il ferro caldo vi fosse su posta la creta; per essere talmente così la creta di sotto, come quella di sopra, afferrata, e ristretta col ferro, che pareva e il ferro e la creta una medesima colla. [...] furono nel fondo del lago trovate alcune fistole, o tubi di piombo, lunghe due cubiti e ben massicce, le quali si vedeva, che erano attaccate l' una all'altra [...] In ognuna [...] erano scolpite belle lettere, le quali dimostravano (come pensiamo), che l'autore della nave fosse stato Tiberio Cesare; e giudicò Leon Battista Alberti, che dal bel fonte ed abbondante che scaturisce presso Nemore [...] si stendessero molte di quelle fistole di piombo infin nel mezzo del lago, per condurre acque in servizio delle case sontuose e belle che noi crediamo che fossero sopra quelle navi edificate. Bella cosa e quasi meravigliosa a vedere i grandi chiodi di bronzo, di un cubito lunghi, così interi e così puliti che pareva che allora appunto fossero da mano del maestro usciti.*[2]

Appena una settantina di anni dopo, come accennato, fu intrapreso un secondo tentativo di recupero che, questa volta, si avvalse d'una piccola campana subacquea per le ricognizioni preliminari, di tipo individuale e di recente ideazione.

[1] Pio II, al secolo Enea Silvio Piccolomini eletto papa ne 1458 e morto nel 1464. Cfr. J. N. D. Kelly, *Vite dei papi*, Asti 1995, pp. 416 e sgg.

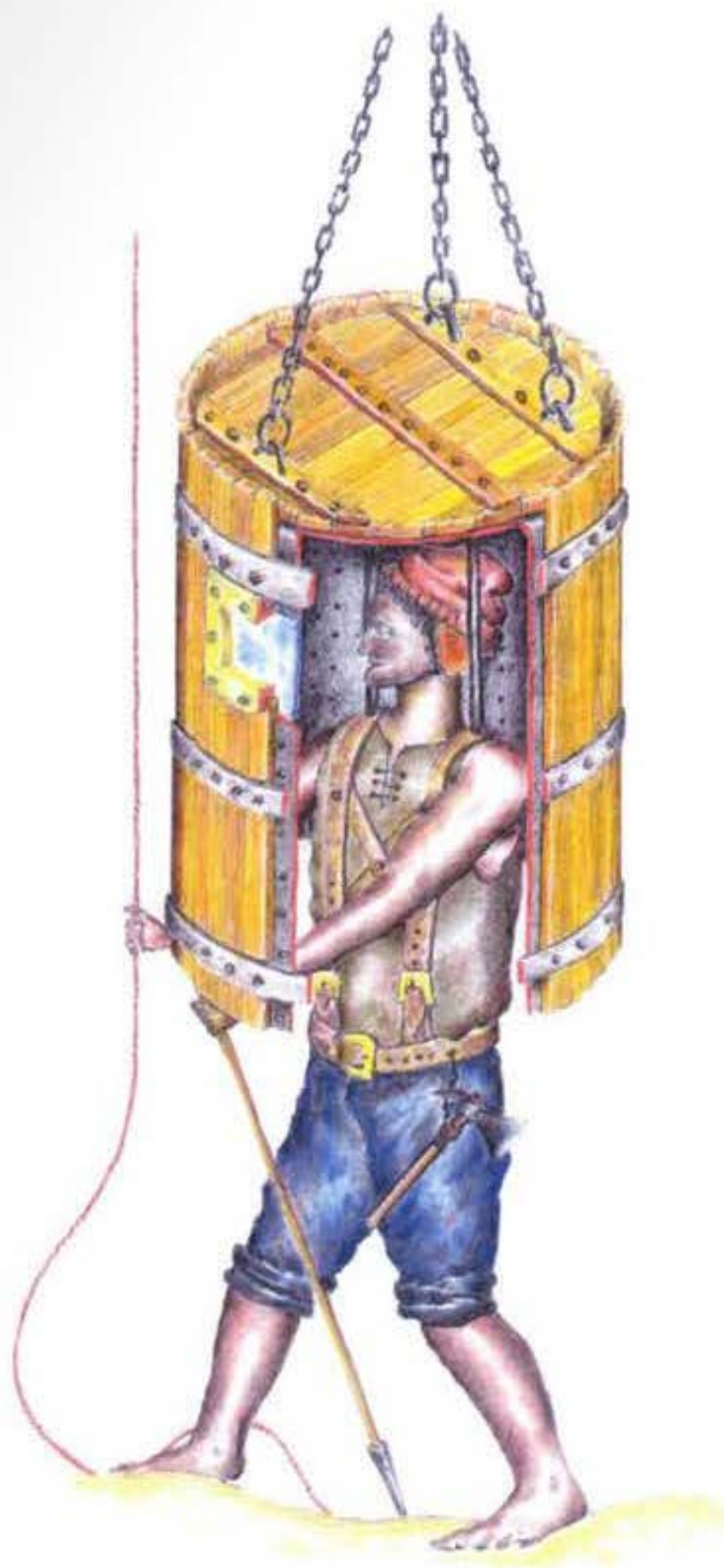
[2] Flavio Biondo, 1392-1463, umanista, storico e trattatista descrive l'impresa nella sua *Italia Illustrata* un libro di geografia ispirato dai viaggi compiuti direttamente dall'autore, che nelle sue pagine si dilunga oltre che sulla storia anche sulle vicende dell'arte e della letteratura. La relazione dell'impresa subacquea fu poi ripubblicata da Felice Barnabei, 1842-1922, nel 1895 in *Diario di Roma*, del 19 luglio 1827, p. 1-2.

Nella pagina a fianco: *particolare della statua di Leon Battista Alberti, piazza degli Uffizi a Firenze.*
In questa pagina e nelle successive: *alcune immagini delle navi durante le operazioni di recupero condotte negli anni '30. La tecnologia consentì di ridurre notevolmente il livello delle acque del lago, facendo riemergere gli scafi che, una volta messi in sicurezza, furono traslati nel Museo appositamente allestito a poca distanza dal lago.*

6.2. *La campana individuale d'età moderna, 1535*

Nel 1535 il lungo sonno delle navi sul fondo del lago di Nemi fu nuovamente turbato da un ennesimo tentativo di recupero, preceduto però da una serie di ricognizioni subacquee per constatarne le effettive condizioni di giacenza e le reali potenzialità della delicata impresa. A compierle fu un celebre ingegnere militare che, per le varie conoscenze richieste all'epoca dalla professione, vantava anche una discreta competenza idraulica: il bolognese Francesco De Marchi. Tipico spirito rinascimentale, il De Marchi, nato a Bologna nel 1504 e morto all'Aquila nel 1576, fu oltre che trattatista anche alpinista, speleologo, subacqueo e soprattutto ingegnere militare, e tra le sue maggiori avventure si annovera nel 1535 la ricognizione subacquea nel lago di Nemi e nel 1573 l'ascensione, mai tentata in precedenza, sulla cima del Gran Sasso d'Italia.

Circa l'immersione, il 15 luglio del suddetto anno l'ingegner De Marchi, al servizio di Alessandro de Medici duca di Toscana, vi si cimentò per vagliare personalmente le condizioni degli scafi delle navi di Nemi. Ne lasciò una dettagliata relazione pubblicata nella sua opera principale *Della architettura militare*[3] in cui non mancano pittoreschi dettagli, frammisti ad acute osservazioni scientifiche, sempre consentite dall'impiego di uno *istromento* modernissimo per l'epoca, che per sua stessa ammissione doveva restare segreto. L'inventore ne era un certo Guglielmo di Lorena al quale aveva infatti giurato di mantenere il più assoluto riserbo, almeno fino alla sua scomparsa. Trattandosi della prima operazione di recupero subacqueo della Storia, è giusto trascriverla integralmente:

> *Non mi parerà fuori di proposito di parlare della barca de Traiano; poiché il Biondo da Forlì, nella descrittione d'Italia e il Faueno nelle anticaglie di Roma ne hanno parlato senza vederla; ma io che l'ho veduta e tocca con mano, parlarò parte di quello che saprò. Dico che la barca di Traiano è sommersa nel lago di Nemo. Passa mille trecento quarant'anni che detta barca è nel fondo di detto lago, alla ripa che guarda verso il levante; la quale sta in pendivo nel lago; dove che maestro Gulielmo da Lorena trovò un istromento nel qual'entrava in essa; e se faceva calare nel fondo del lago, dove stava ivi un'ora, e più e meno, secondo l'haveva da fare, overo che il freddo lo cazzava via, con il qual'istromento si può lavorare, con segare, tagliare, turare, ligar corde, adoperar mazzi, scarpelli, tanaglie et altri simili instromenti, ma non se può già fare, se non puoca forza, per grande che l'huomo l'habbia, per rispetto dell'acqua che impedisce; ancora se li vede alquanto quando il Sole è lucente; com'era quando io vi andai, che fu a 15 de luglio 1535.*
> *Si vede per un christallo che è d'una grandezza di un palmo; la vista è in questo modo, che una cosa per piccola che sia, par molto grande, dico molto maggiore ch'ella non è a vederla in acqua. Dico che li pesci detti Laterini, che sono in questo lago, li quali non sono maggiori del minimo dito della mano, paiono di sotto grossi come è il brazzo d'un huomo, e longhi tre palmi, li quali, se io non ero informato di detti pesci me haveriano posto paura per la gran moltitudine, che abbondavano alla volta mia; massime che io portai quattro onze di pane, e una de formaglio con esso meco per magnare; e perchè il pane era duro et nero se sbrizulava, dove concorse tanta moltitudine de pesci che mi cingevano intorno, dove che io era senza braghe m'andavano a piccare in quella parte che l'huomo può pensare, e io con le man li dava, ma non curavano nulla, come quelli che erano in casa sua; di modo che ne vidi uno, il quale mi parve molto grosso,e così lo*

[3] Il trattato di Francesco de Marchi, *Della Architettura Militare*, fu pubblicato postumo nel 1599 a Brescia.

In alto: *ritratto di Francesco de Marchi.*

pigliai, e non era più grosso quanto il mio dito secondo della mano. Io lo portai di sopra, si giudicò che non manco di trenta ne andasse per lira, da dodici onze.

Io non portai braghe, perché in Toscana in tempo del duca Alessandro de Medici che era mio patrone; essendo andati una volta certi pescatori lungo l'Arno à pescare, ve ne fu uno, che si tuffò sotto l'acqua per pigliar delli pesci con mano, che in detta provincia, se ne trovano molti, che pigliano li pesci sott'acqua, il quale si attaccò con le braghe in una radica d'albero,e così si potette discioglierе e restò ivi morto, poi che fu calato il fiume d'Arno, se trovò il detto pescatore attaccato alle radiche per le braghe, questa fu la causa che io non me le posi, pertanto li pesci mi piccavano volentieri in quella parte, più che nelle altre.

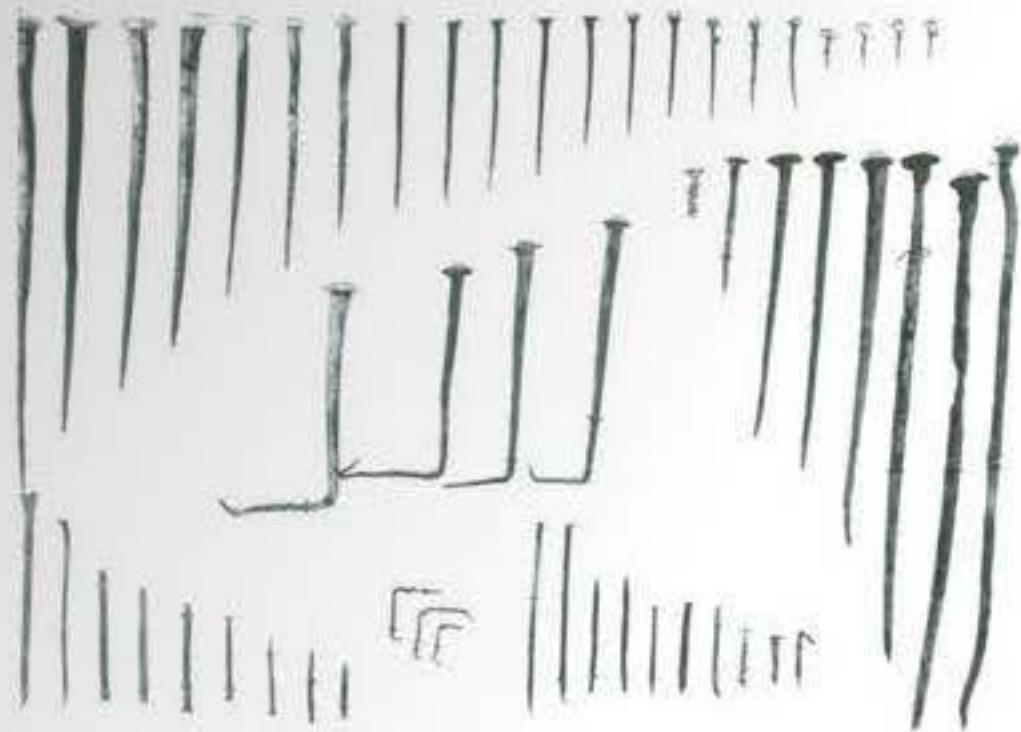
Ancora il maestro Guglielmo mi volle turare le orecchie con del bambaso, con del muscho, e altri odori; ed io non volsi con dire ch'io voleva vedere so io udiva a chiamarmi, dove fui chiamato molte volte ad alta voce, e non sentiva; et non era sotto l'acqua più di sei canne romane: ma sentiva bene il tuono di dei sassi, che battevano l'uno con tra l'altro, sotto l'acqua un mezzo brazzo e più si sentiva dei martelli battere l'un contra l'altro, dico in modo che mi offendevano le orecchie molto forte e battendo sopra l'acqua più forte non udiva nulla. Mi disse mastro Guglielmo c'haeva fatto suonare un Tamburo sopra lui mentre l'era sott'acqua, e che mai l'haveva potuto udire, ma come sotto acqua se faccia rumore se sentiva subito.

Hora nell'andare giù sotto l'acqua io sentiva una passione nell'orecchie tanto grande che pareva che mi fusse posto un stillo d'azzale, che mi trapassasse dall'una orecchia all'altra: grandissimo dolore io sentii; dico che fu tale che mi si rompete una vena del capo, ch'l sangue mi usciva per la bocca, e per il naso dove che quando io cominciai a battere con il martello nella barca, mi cominciò a moltiplicar il dolore, e abondare il sangue, che fui sforzato à dare il segno e farmi tirare sopra; quando io fui di sopra che io fui fora dell'Instrumento, era tutto sangue il giupone bianco, ch'io haveva à dosso, il quale ra così sutto da mezzo brazzo adietro, come era quando io entrai nell'instromento, e di più havea un capello de seda cremisina, con una quantità di penne bianche, le quali erano così sutte, come erano quando io entrai nel lago, e per segnale i miei compagni me le tolsero per memoria. Era mastro Leonardo da Udine valente architetto, il quale misurò tutta Roma dentro e fuori, e la pose in stampa con tutti li monti, e Theatri et Templj, strade et altre cose segnate, al quale io aiutai forse sei mesi per mio piacere, e più per imparare. Vi era un suo figliuolo detto Thesiofonte, che era musico, vi era un gentil'huomo Romano detto messer Hippolito Maleno sonator eccellente di liuto. Vi era mastro Gulielmo con doi suoi servitori, questi io nomino per contrasegno.

Io steti mezz'hora di horologio la prima volta sotto l'acqua, et haveva portalo l'horologio con me per veder il tutto, e da poi che io fui di sopra, saltai nel lago a notare, e subito ch'io presi acqua in bocca, e che hebbi bagnato il capo, si fermò il sangue che non uscia né dal naso, né dalla bocca; poi volse tornare un'altra volta ° basso, dove mi posi le braghe e mi turai le orecchie con bobace muschiato, et non mi diedero più noia li pesci, né sentij più quel dolore del capo, dove stetti un'hora à basso e ligai una parte della sponda della barca, la qual con un'argano che havevano di sopra in su un ponte di botte, trassimo tanto di questo legname che haveressimo potuto caricare doi buonissimi muli, il qual legname era di più sorte; v'era larice, pino e cipresso; così fu giudicato in Roma da tutti gli valent'huomini.

Poi vi eran certi cavigli, li quali erano di rovere, e venati così neri che parevano di ebano; et questo era per il gran tempo che erano stati sotterrati, ma erano sani come il resto del legno. Vi erano ancora delli chiodi di ferro li quali dimostravano di essere stati grossi quanto è il dito grosso della mano d'un huomo, et erano tornati sottili come una penna d'occha da scrivere; e per la ruggine s'erano assottigliati e scurtati. V'erano poi altri infiniti chiodi di metallo, li quali erano tanto lucenti e intieri che parevano che fossero fatti quella settimana, li quali chiodi erano di infinite misure cominciando alla lunghezza de doi palmi, venendo diminuendo come le canne d'un Organo, si de lunghezza, come de grossezza, tanto che venivano alla lunghezza del dito minimo della mano; ma è ben vero che li più piccoli havevano più largo il capo, come è una di un terzo di scudo di argento, e sotto vi erano corti raggi di rilievi a similitudine di una stella; li quali chiodi erano posti per di fuori della barca, e quelli tenevano le lastre de piombo e la vela di lana coperta d'una mistura che sapeva di buono, e ardeva facilmente, questa era tra le sponde della barca e il piombo.

Li detti chiodi erano lontani l'uno dall'altro quante la palma della mano; li altri chiodi erano confitti nelle incatenature delli legnami, che tenevano la barca serrata, dove più era il pericolo de non aprirsi. Quelli di ferro erano posti in certi luoghi, che ancora che mancassero non perciò si poteva aprire la barca. Quelli di legno erano trà certe tavole delli coperti delle camere. Le tavole,

Nella pagina a fianco: *ricostruzione grafica della primordiale campana subacquea ideata da Guglielmo de Lorena nella prima metà del '500.*

che facevano il fondo, e sponde, e ogni brazzo vi era una commettitura di legno larga quattro dita che entrava in l'uno e l'altro tavolone, che teneva serrate le tavole insieme, dove erano questi cavigli di Rovere, che passavano quelli legni, che serravano le tavole insieme, ma non riuscivano fuori delle sponde, le quali sponde erano di tavoloni grossi sei dita, chi più e chi meno. Quelle da basso erano più grosse, che quelli di sopra; poi il panno che v'era sopra, con quella conza, mostrava di non essere stata sottile. Poi le lamma di piombo erano poste sopra in doi modi, da mezze in giù erano poste doppie, e da mezze in su sempie, ma soprapposte tutte l'una all'altra: alla congiuntura erano grosse le piastre quant'è la costa di un cortello ordinario, più presto più, che meno, e dette lassere erano di fuori inchiodate nelle sponde della barca.

Dentro della barca v'erano pavimenti de Matoni de tre palmi per ogni verso, e grossi quattro dita, li quali erano rossi come è un carmesino. Ancora cavassimo un pezzo de Smalto de un pavimento, il quale era rosso e di bel colore; era ciqnue palmi per un verso e otto per l'altro, grosso un mezzo palmo. In detta barca si vedevano certe oscurità, le quali erano le camere del Palazzo, che qui era edificato sopra questa barca, dove non mi attentai di entrarvi per paura di non mi perdere,e ancora per il pericolo dell'instrumento, che se per sorte l'huomo cadesse e non restasse dritto, subito saria morto, per l'acqua che entreia nell'instrumento con tanta velocità, ancora perche pesa assai bene; ma quando fusse uno che sapesse notare ò havesse animo, potria lasciare l'instrumento a bassom, e venire sopra, come facea il maestro spesse volte. Il maestro diceva, che ancora egli havea paura à entrare in dette camere perché se cadeva era necessario lasciar lo instromento, ma trovar la porta da riuscire era il fatto. Il provare con una corda, e tornar per essa, hebbi una volta a restarvi, perché hebbi a cader giù per una scala: dove che 'l s'avisò di voler levar detta barca, per di fuora andandola disfacendo. Mi disse che vi sono delli rami di metallo ma io non li ho veduti; Trovassimo in quel giorno certe Tenaglie, che erano attaccate a certe catene della nave che altri havevano voluto rompere, e cavare della barca, ma mostrava che restassimo per la corda che si rompesse, come si fece a noi, che attaccassimo un travo con una corda grossa che pareva da nave e con un argano e un mulinello voltavamo per cavar una quantità di questa barca, eravano sedici huomini a girar l'argano, la gomena si rompé, e non potessimo far nulla, e per segnale gli huomini erano di Genzano, che andavano ad Alba longa, che v'era una devotione della Vergine Maria. Ancora trovassimo delle Ancore, ò cose fatte a somiglianza di Ancora, quali adoperavano al tempo del Biondo historico per cavar di detta barca.

Vi sono altri c'hanno parlato di detta barca, che con barche o ponti, vi andavano sopra e gittavano abbasso instromenti per cavarne, e di quel poco che cavarno ne fecero mentione per iscrittura. Ancora si trovò in

essa un pezzo di canone di piombo grosso tre dita, e havea tanto di vacuo che vi entrava il pugno, della mano dentro. Misurassimo ancora la barca in questo modo: Pigliassimo una corda, e l'attaccassimo da un capo, poi se andò giù dall'altro capo e si faceva il medesimo col tirare la corda, la barchetta veniva al dritto di sopra dove l'era attaccata, poi tirassimo una corda sottile da una barca all'altra e segnassimo la distanza dall'una all'altra, poi segnassimo la corda al pari dell'acqua, quella che era attaccata alla barca, venivano poi al mezzo di questa corda, che andava per la lunghezza, mi affondava e l'attaccava alle sponde, con tirare le corde; le barchette andavano sopra le sponde e de qui se tirava un filo da una barchetta all'altra, e si pigliava la larghezza di modo, che con misurare la profondità delli capi, venevano a veder quanta dependenza havea la barca, e così calcolammo.

La lunghezza e canne settanta; la larghezza è canne trentacinque; l'altezza dal fondo alla cima della sponda, canne otto. La misurai à questo modo. Attaccai una corda alla sommità della sponda nel mezzo, e poi andai per insino al fondo, e segnai tutto questo con diligenza;

Nella pagina a fianco: *alcuni dei chiodi rinvenuti sulle Navi di Nemi e un frammento della pavimentazione.*
In alto: *resti di tubature in piombo dalle navi di Caligola.*
A fianco: *una delle ancora al momento del rinvenimento.*

e feci per saper parlare della barca di Traiano. Io me ne portai un gran pezzo à Roma, dove pigliai ogni sorta di chiodi, e li pesai e li misurai, e ne presi un palmo re quadrato, e poi pesai il detto piombo sempio, e altrettanto feci del doppio, e un palmo della sponda, e tolsi la grossezza e il peso; ma questi tali pesi, e misure, mi furno rubbati con molti chiodi, con pensar di trovar in iscritto il modo, come è fatto l'instromento d'andar sotto acqua, e starvi una e doi hore: ma la gli venne follata che non lo trovarono, perché con sacramento, ho tal secreto di non lo mostrare mentre vive maestro Gulielmo, inventore de tale instromento, al quale uscisse il fiato di esso, e non entra l'acqua, senza spiracolo sopra l'acqua, cosa ingeniosissima da sapere.
Questo modo di star sotto acqua può servire à più cose, si come l'huomo si può immaginare: io le tacerò, perché se io volessi scrivere à quanto possa essere giovevole tale invenzione, scriveria molto, ma sol dirò, che a conoscer li fondi sotto l'acqua,e a legare alcuna cosa, per tirare de sopra,e trovar quello, che non se può vedere, né toccar con mano in altro modo, per quanto io habbia potuto trovare né in iscritto né in fatti. Ancora faccio sapere che detta barca, è in detto lago, solo una minima particella vi manca, che manca, che mastro Gulielmo levò via, e quella che io cavai.
Et di questa barca de Traiano tanto ve ne sia detto.[4]

6.3. Ulteriori osservazioni sulla campana del De Marchi

La meticolosa ricognizione subacquea del De Marchi, molto a lungo ritenuta non veritiera quando non pure inventata interamente, fu riabilitata solo dopo il recupero delle navi e verificatane la sostanziale attendibilità. Le dimensioni delle imbarcazioni, tuttavia, si attestavano quasi alla metà di quelle cinquecentesche, 70 m contro le 70 canne pari a circa 140 m e i 20 m contro le 35 canne circa 70 m, diversità talmente notevole da non trovare una valida spiegazione se non quella di una voluta esagerazione. Per il resto chiodi di bronzo, lastre di piombo e intercapedine di lana ebbero completo ed assoluto riscontro, conferma implicita della serietà del De Marchi. Venendo allo *instromento* usato per la ricognizione, questo non può semplicisticamente equipararsi ad una campana subacquea -in realtà se ne vedranno molte nei secoli successivi, nè per l'ampia mobilità che per la lunga autonomia che gli consentiva, per cui si deve propendere piuttosto per un antesignano scafandro o, per meglio dire, una campana individuale, la cui straordinaria semplicità non giustificherebbe però il ricordato segreto sulla sua concezione. Del resto anche una botte di circa 3-400 litri di volume, trascurandone la spinta di galleggiamento, non garantirebbe 1-2 ore di immersione persino ai pochi metri di profondità ma nella migliore delle ipotesi 20-30 minuti. Si deve allora supporre che il segreto della campana fosse un sistema di ricambio d'aria collocato sul suo coperchio, alimentato in qualche modo dalla superficie. Che proprio quello fosse il segreto lo conferma che il De Marchi fa della campana per forma, dimensione e materiali, descrizione così riproposta in un articolo 1839:

> *Questa macchina egli afferma di essere stato una sorta di botte a doghe di quercia come lo scafo di una nave, di due dita di spessore, cinque palmi alta, e larga tre, aperta ad un'estremità, e all'altro saldamente fissata, rinforzata con sei cerchioni di ferro e con uno di piombo posto sul bordo inferiore, in modo che possa facilmente affondare. All'esterno è stata spalmata con sego per renderla impermeabile, ed è stata munita di uno spesso vetro (fissato strettamente in modo che l'acqua non avrebbe potuto entrare), attraverso il quale il subacqueo può*

[4] Da F. de Marchi, *Dell'architettura Militare*, ediz. Roma 1810, vol. III, p. 256.

vedere gli oggetti in acqua. Questo strumento andava posto sopra la testa del subacqueo, ed era sostenuto da bandelle di ferro poste al suo interno, che, stringendo le spalle, lo trattenevano saldamente, consentendogli l'uso delle braccia. Per ulteriore sicurezza, è stata attaccata una cinghia, che, scendendo lungo la schiena, passa tra le gambe, ed è fissata anteriormente con una fibbia, in modo da poter essere facilmente e rapidamente sciolta.[5]

Al di là di quei dettagli, il sistema impiegato per il ricambio dell'aria respirabile nella campane rimane un segreto, purtroppo talmente ben custodito che nulla ci è pervenuto.[6]

6.4. *Digressione archeologica*

Stando alle parole del De Marchi le immersioni sembrano essere state due, delle quali la prima si protrasse per una mezz'ora e la seconda per più del doppio. Nella prima furono possibili alcune esperienze sulla propagazione del suono in acqua e sulla penetrazione della luce sotto la sua superficie. Nella seconda, invece, si operò la misurazione degli scafi sommersi, riconoscendone i materiali e prelevandone campioni. Tre secoli trascorreranno da quella giornata nell'attesa di una ulteriore dettagliata ricognizione, intervallo purtroppo scandito da asportazioni vandaliche e danneggiamenti diffusi. È interessante al riguardo, leggendo la relazione del De Marchi, constatare le notevoli differenze tra i relitti delle due navi da lui ispezionati e quelli poi riportati alla luce. La maggiore si coglie nella presenza di un ponte di coperta ancora praticabile, con residuo del pavimento originario di quadroni di cotto smaltati, sul quale si distinguono degli ambienti che il De Marchi saggiamente non ebbe il coraggio di visitare, non disponendo peraltro di mezzi per illuminarli. Complessivamente le imbarcazioni gli apparvero abbastanza integre, ad eccezione di piccole parti strappate in maniera avventata.

Dalla narrazione si deduce che mastro Guglielmo, da solo o con dei suoi assistenti, si era in precedenza più volte avventurato sui relitti osservandone alcune peculiarità, come le travi di bronzo, non riscontrate invece da De Marchi -forse perché all'interno di quegli ambienti in cui non era voluto entrare. Il ritrovamento di tenaglie, ganasce e ganci, che senza dubbio appartenevano ai velleitari tentativi di sollevamento dell'Alberti, stavano a dimostrarne il fallimento e l'abbandono degli attrezzi, testimoniando anche, purtroppo, che un gran numero di oggetti erano stati asportati, un nulla però rispetto a quello che sarebbe accaduto dopo. I circa quindici secoli di permanenza sul fondo del lago, collocandone l'affondamento alla fine dell'età di Caligola, non avevano perciò prodotto gravissimi danni, che invece si provocheranno da quel momento in poi. È impossibile per noi tentare di valutare l'esatta entità di quelle asportazioni: di certo quando finalmente le navi uscirono dall'acqua, erano ormai ridotte al solo fasciame dell'opera viva, senza alcun ponte o frammento in sede dell'opera morta.

Una certa curiosità desta il frammento di tubo di piombo, di cospicuo diametro, ritrovato e recuperato dal De Marchi: testimoniava a suo parere che l'alimentazione idrica delle navi avveniva tramite una condotta subacquea,

[5] La citazione è tratta da un curioso articolo che la riproponeva in una rivista popolare britannica con questo titolo, *Traiano palazzo nel lago di Nemi*, in The Penny Magazine (1839), 23-24.

[6] Cfr. F. de Strobel, *Campana individuale di Guglielmo di Lorena (1531)*, in HDS Notizie, n° 25, anno IX gennaio 2003, p. 5.

Nella pagina a fianco: *ricostruzione del col. Vittorio Malfatti della campana subacquea di Guglielmo de Lorena, 1896.*
Sotto: *frammento di tubatura romana di piombo.*

facente capo ad una sorgente limitrofa, in tal caso la prima della Storia. Pochi anni dopo, precisamente nel 1547, lo studioso olandese Steven Pigge, latinizzato in *Stephanus Pighius*, osservando l'iscrizione sul tubo *'Caesar Augustus Germanicus'*, notò che non coincideva col nome di alcun imperatore o almeno con la loro corretta formulazione! Quello che più si avvicinava era quello di Caligola, cioè di Giulio Cesare Germanico. Restava comunque un errore negli artigiani preposti alla realizzazione della 'fistula', ma l'erudito associò per la prima volta Caligola alle navi, al posto di Tiberio o di Traiano, come aveva supposto Flavio Biondo. Concetto che fu subito ribadito da un altro illustre studioso, Pirro Ligorio (1513-1583), architetto, pittore e antiquario, che presente a Roma negli stessi giorni del De Marchi nella sua monumentale raccolta *XXX Libri delle Antichità*. Nel X libro dell'opera manoscritta, oggi nell'Archivio di Stato di Torino, alla voce *lachi* si sofferma sulla nave di Nemi, affermando che non si trattava di una vera imbarcazione -assurda così grande in un lago così piccolo- ma piuttosto di una villa galleggiante eretta per volontà di Caligola ed in seguito affondata. Nel V libro, poi, così l'aveva descritto la villa da lui ribattezza *Caiana*:

Villa di Caio Caligola fatta di legno nel mezzo del lago detto di Nemo in Latio [...] la quale era grandissima et con molto artificio, ove per perpetuarla tutta la foderò attorno di tela e pece greca sopra il legno et poscia la incrostò di lastre di piombo; e tutti gli chiodi grandi e piccoli, fece di rame, et di dentro la foderò del medesimo, et di vari marmi la lastrigò et fermò in tal maniera essa macchina nell'acqua che era immovibile e da dentro terra in mezzo d'essa dedusse per canaletti di piombo acqua viva e saitante, cosa ammirabile, et insieme ai nostri giorni sono stati cavati delli suoi fragmenti e nella tavola di piombo sono veduto simili iscrizioni: C. Caesar divi Aug. pronepos Augustus Pontif ex Maximus, tribun. Potest... iii. f. p. imp. ii.; ed altre intitolate: C. Caesar Germanici f. divi aug. nepos. Augustus germ. trib. pot. iii. imp. p. p."[7]

Nonostante la esatta interpretazione sull'origine dei grandi relitti, Pirro Ligorio non venne in alcun modo reputato degno di fede, congiurando contro di lui la fama di falsificatore di epigrafi.

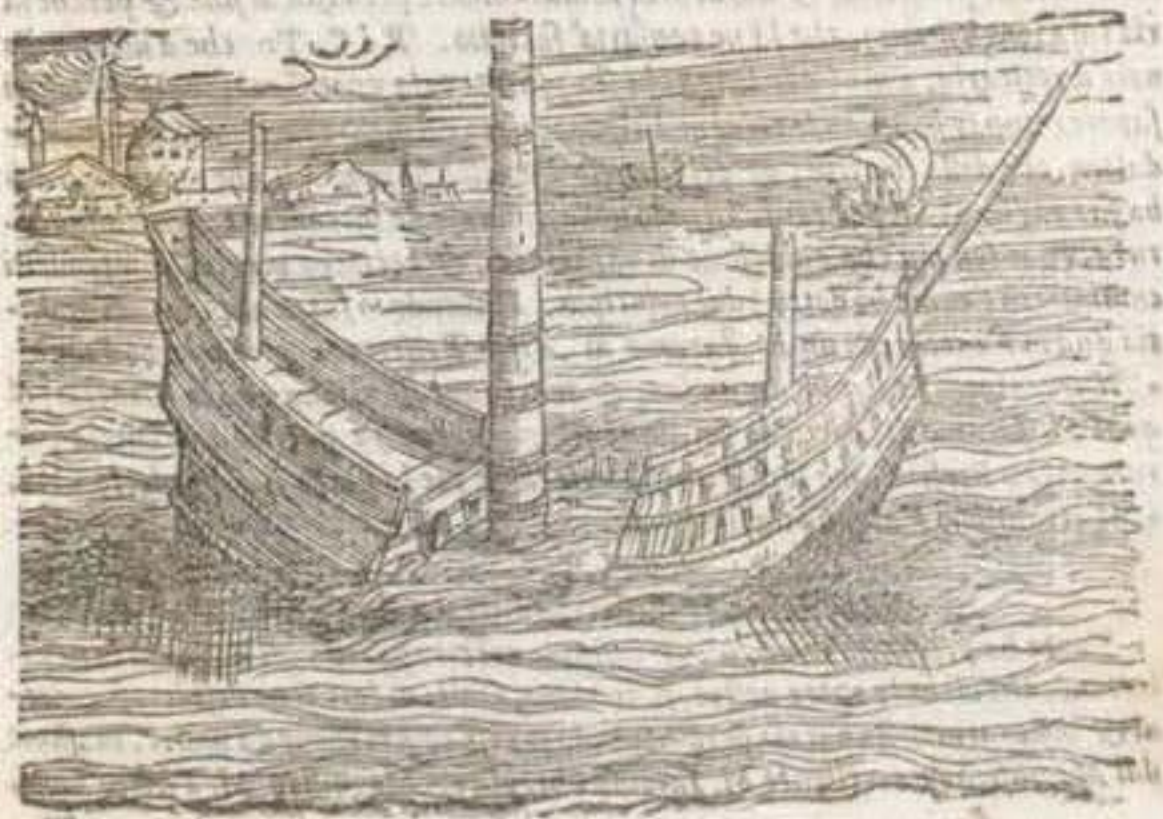
[7] P. LIGORIO, *XXX Libri delle Antichità*, X volume alla voce *Lachi*, ms. custodito presso l'Archivio di Stato di Torino.

A fianco: *ritratto dello studioso olandese Steven Pigge, latinizzato in Stephanus Pighius.*
Nella pagina a fianco: *un dettaglio della medusa in bronzo rinvenuta su una delle na vi di Caligola, simbolo del potere imperiale*

RAGIONAMENTO TERZO

DI NICOLO TARTAGLIA BRISCIANO;

Con il detto suo Compare nel qual si narra la causa di hauer intitulata la sua inuentione, INVENTION TRAVAGLIATA.

Vn gobb, vn zott, vn groß, e vn dritt, e longo
Si me gettorno a fondo
Con sua corrotta fe obliqua, e storta,
Et quel che segue e April gli fe la scorta.

PARTE SETTIMA
LE CAMPANE DI ETÀ MODERNA

7.1. La campana-scafandro di Nicolò Tartaglia, 1551

Alla forte suggestione esercitata da quelle prime ricerche subacquee e dai possibili tesori che così facilmente si immaginò di poter recuperare, non sfuggì neppure il matematico Nicolò Fontana detto Tartaglia, 1499-1557, tanto da cimentarsi con l'invenzione di alcuni scafandri e campane individuali, che così descrisse:

> *Havendo inteso Serenisismo Principe da più Naviganti ritrovarse alli presenti tempi molti, che senza alcuna artificiale particolarità, nelli occorrenti bisogni agilmente vanno, e stanno per gran spatio di tempo sotto acqua, et in luochi molto profondi, haveva deliberato de non parlar altramente, come che se potria con arte andare e stare per un tempo sotto acqua per cercare e ritrovare una nave, over naviglio, over qualche altra materia di valore affondata per due cause, prima dubitando da non esser da quelli tali schernito, per essere cosa superflua appresso de loro a voler cercare di far con arte quelle coswe che senza alcun artificio sapranno essequire; secondariamente dubitando per la mia poca sperientia nelle cose del mare de non incorrere in qualche strana opinione*...[tuttavia espongo] *alcuni miei imaginati modi: quali se possibil è con arte andar , e star per gran spatio di tempo sotto acqua, per vedere e cercare alcuna cosa affondata sotto di quella,e in loco molto profondo... el più leggiadro e artificioso è far redurreche il diametro de quella sia almen dui buoni piedi di misura, con una bocca onda che il diametro de detta bocca sia almen un piede, e alquanto più, cioè tanto che uno possa comodamente, et facilmente ficcare dentro il capo e tirarlo anchora fora quando il piacerà. E dapo questo si debbe far fare due tondi de tabula de diametro alquanto maggiori di quello della detta balla e con questi due tondi, e quattro travettini di legno longhi quanto*

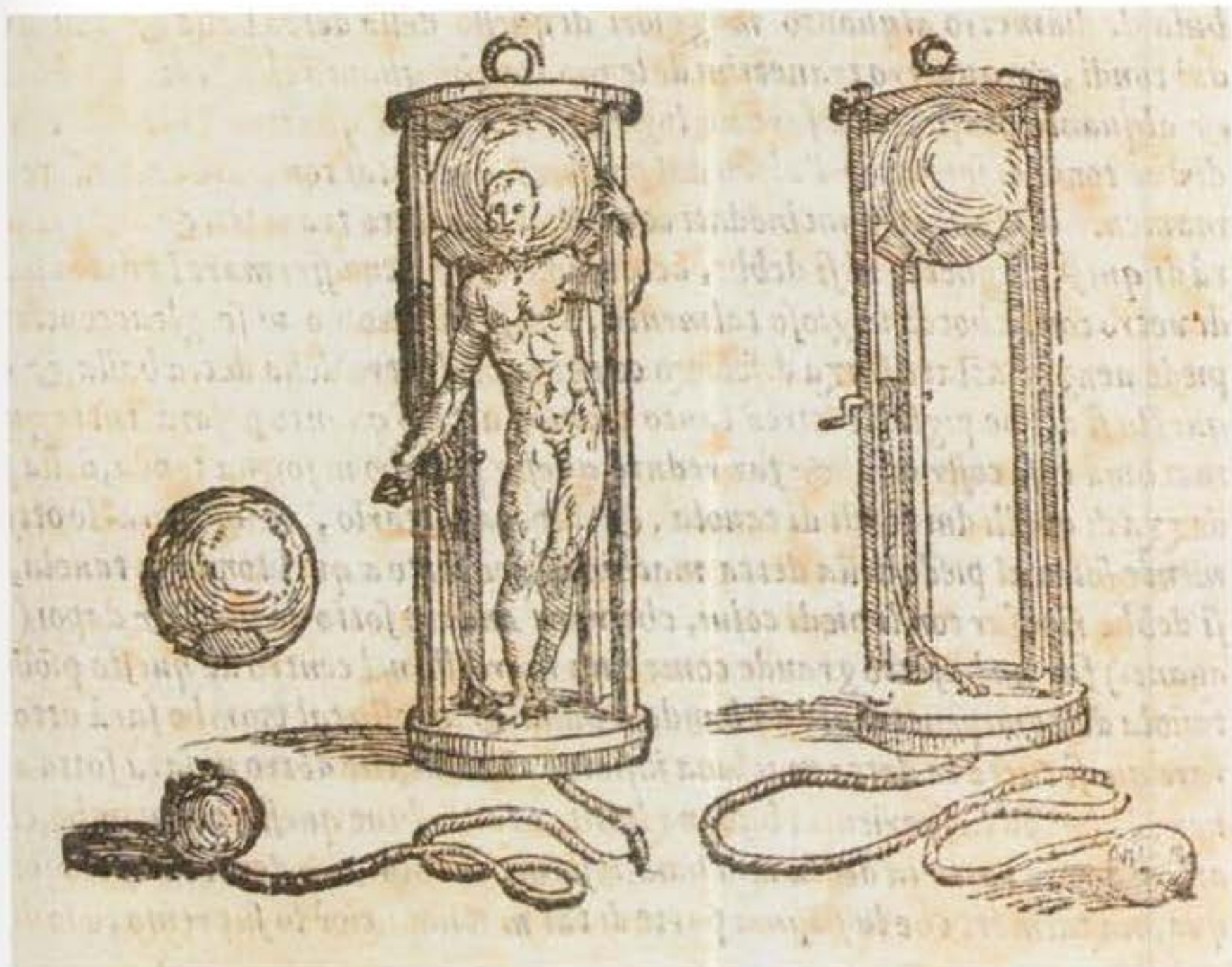
NICOLAVS TARTAGLIA GEOMETRA
Diuitias patriæ cumulat Tartaglia linguæ,
Euclidem Etrusco dum docet ore loqui.
Hic certam tractare dedit tormenta per artem,
Et tonitru, & damnis æmula fulmineis.

Nella pagina a fianco: *il frontespizio del Terzo Ragionamento, opera nella quale Nicolò Tartaglia descrive la sua campana subacquea.*
Sopra: *ritratto di Nicolò Tartaglia.*

che è alto un huomo,e alquanto più si debbe fare un loghetto fra questi quattro travetti con uno dei due tondi di sopra e l'altro dal piede, e questi tai tondi debbono essere ottimamente commessi, e inchiodati con li detti quattro travetti, e nella sommità di questo loghetto vi si debbe, accomodare, e ben affermare la detta balla di vetro con la bocca in gioso talmente, che se un huomo vi se gli acconciare in piede venghi a stare senza disconzo con el capo dentro della detta balla, e dopo questo si debbe pigliare circa tanto piombo a peso quanto pesarà tutta questa macchina così costrutta, e far redure questo piombo in forma tonda, della grandezza di quelli due tondi di tavola, e da poi assettarlo, e assicurarlo ottimamente sotto al piede della detta machina, cioè sott a quel tondo di tavola, dove si debbe riposar con li piedi colui che vora andare sotto acqua, e da poi (over avanti) far un buffetto grande come è un marcello nel centro di questo piombo, e tavola di legno penetrante da banda a banda, e questo tal piombo sarà atto a tirare quasi tutta la detta machina insieme con colui, che dentro vi sarà sotto acqua, ma talmente che la suprema parte di tal machina, cioè lo supremo tondo di tavola la venghi a restar nella superficie de l'acqua, cioè se per sorte tal piombo fusse tanto grave, che la fecesse scendere di longo al fondo, voglio che sia sminuito tutto il detto piombo, e per il contrario quando, che per sorte il detto piombo non fusse sofficiente a tirarla così tutta sotto acqua, cioè talmente, che la detta suprema tavola tonda se venghi a fermare, e restare precisamente nella detta superficie de l'acqua, ma che restasse alquanto discoperta, cioè di sopra la detta superficie de l'acqua voglio che ve sia accresciuto il detto piombo, talmente che la detta tavoletta suprema venghi a restare precisamente, come di sopra è stato detto nelle superficie de l'acqua, e dapoi che si haveva ben iustado il detto piombo, voglio che sia tolta una balletta pur di piombo di due over tre libre, (cioè di tal peso, che sia sofficiente a far discendere a fondo la detta machina con colui che dentro visarà ogni volta che la ve si interposto, over agionta) con un anellino inferto in detta balla, e attaccarvi una corda forcina di tanta longhezza quanto sarà alto il fondo di quella acqua, dove se desidererà di andar colui, et quanto più, e passar l'altro capo della detta corda per quel buso che fu fatto nella tavola, e piombo nel piede della machina, e ataccar il detto capo di corda in un luoco de detta machina, talmente che colui che dentro vi sarà la possa commodamente pigliare, e tirare e lentare secondo gli parerà e fatto questo sarà compita la detta machina, e per esser meglio inteso qua di sotto la pongo in figura, vero è che per vaij rispetti vi se gli doveva nel principio assettarvi un anello nel centro della tavola superiore de foravia per potervi ataccar una corda accadendo.

Dichiaratione quarta

Inteso il modo di costruire la detta machina, resta a dechiarire, come che si habbia à servire de quella. E per tanto dico che colui che desidererà di andar sotto acqua à cercar de trovare qualche materia affondata debbe condure la detta machina al luoco dove ha deliberato di descendere e mandar zoso prima quella balla di piombo con quella corda per fin al fondo, e da poi metere la detta machina in acqua, la quale per la grendezza dela sua basa di piombo se assetterà nella detta acqua rettamente in piede, e resterà quasi con tutta la balla de vetro di sopra de l'acqua, talmente che colui che vorà intrare in quella vi potrò facilmente intrare, vero è che bisogna usar diligenza nell'entravi, cioè cercar de entrarvi senza obliqua molto la detta machina, per che, che la obliquasse molto l'acqua entraria nella balla di vetro, e ne faria uscir l'aria, che dentro vi si trovasse, o almen in parte, ma tenendola diretta nel intrarvi l'acqua resterà dentro l'aria da tutte le bande, per il che l'acqua non vi potrà intrare, e però se colui che sarà intrato in detta machina ficarà immediatamente la testa nella detta balla, per la bocca de quella, la ritroverà tutta piena di aere; nel qual luoco potrà per molte e molte fiate respirare i quella, che l'acqua non vi potrà dar fastidio alcuno, e per che tal machina resterà pur con la suprema tavola nella superficie dell'acqua (per esser così limitatamente il piombo assettato) e però volendo colui descendere al fondo doverà tirar suso per il buso da basso quella corda con la balla de piombo, che già fu mandata al fondo, nel qual tirare la detta machina discenderà tanto sotto acqua quanto sarà la corda che colui tirarà, e se lui l'andarà tirando per fin che ve ne sarà, discenderà per fin al fondo, e nel discendere, da poi che sarà disceso potrà guardar fora di quella balla trasparente da tutte le bande cercando de vedere la cosa cercata,e vedendola, facil sarà a traferirse in quel luoco per più mezzi senza venir altramente di sopra, et quando vorà venir di sopra cioè ritornar suso, bastarà alentar quella cordetta della balletta di piombo, perchè immediatamente comnciarà la machina a ascendere in suso, e lasssando libera la detta corda non cessarà di ascendere la detta machina, per fin che la suprema parte de quella sia gionta nella superficie de l'acqua,e gionta che vi sia, colui potrà uscir di detta machina, e venir notando di sopra, e provedere poi a quelle cose che gli parerà necessarie per afferrare la detta nave, over al-

tra materia fondata: vero è che se sorte colui non sapesse notare, saria necessario che fusse attaccado una corda a quello anello posto nel centro de la suprema tabula, e con quella tirar la machina di sopra la superficie dell'acqua, ma sapendo notare potrà intrare discendere, ascendere e uscir per se medesimo, cioè senza alcun aiuto.

Dichiaratione quinta
Ma quando che per sorte non fusse in luoco, che si potesse far fare la detta balla di vetro, la se potria far fare de legno, ma ponervi, over commettervi un grande occhiale de vetro chiaro per ogni bando da poter guardar fora per quattro versi e impegolarla de fora via, e ancor di dentro, se così parerà. Et quando non si trovasse da far fare una simil balla de legno servirà ancora una cassella cubica alla similitudine di quelle casse dove se piantano li cedri, che sia ben commessa, e impegolata pur con quattro occhiali grandi di vetro chiaro, cioè uno per ogni fazza laterale, talmente posti, che si possa comodamente guardare per tutti li versi...[1]

Nel brano, citato integralmente per la rilevanza dell'Autore, compare per la prima volta quello che si trasformerà nell'elmo da palombaro. Non è infatti un lebete, né un qualsiasi vaso da utilizzare per campana individuale quello che propone disegnandolo Tartaglia, ma una sfera di cristallo, simile per concezione a quelle usate dagli astronauti,

[1] Da N. TARTAGLIA, *Della sua Travagliata Inventione*, Venezia 1551, libro secondo, pp. 22-27.

In alto: *la campana-scafandro raffigurata nel trattato del Tartaglia.*

una sorta di grossa bolla di sapone nella quale andava infilata la testa. Ovviamente per mantenerla in assetto era inserita in una orditura di legno, costituita da due dischi rispettivamente uno posto al di sopra della sfera, e quindi del capo, l'altro al di sotto e quindi sotto i piedi, collegati fra loro con tiranti sempre di legno. La novità, perciò, consisteva nell'assoluta trasparenza dell'elmo, che consentiva un'ampia visione in ogni direzione. Al medesimo criterio risponderà il casco da palombaro del XIX secolo, una sfera di rame con numerose finestre protette da griglie metalliche.

Grazie a un peso amovibile eccedente la spinta di galleggiamento, il congegno con il suo operatore poteva scendere e, raggiunto il fondale, mollato il peso al quale però restava sempre vincolato mediante una fune, agendo su questa poteva risalire a discrezione. In pratica potrebbe considerarsi una campana-scafandro la cui immersione era comandata direttamente dal subacqueo, senza eccessive difficoltà. Supponendo, invece, una qualche difficoltà nella realizzazione di una sfera di cristallo di adeguato spessore, Tartaglia suggeriva che un analogo risultato poteva conseguirsi anche con un cilindro di legno a doghe, una piccola botte, munita ovviamente di oblò laterali.

7.2. *La campana individuale di Tartaglia, 1551*

Dopo l'esposizione della campana-scafandro, Tartaglia passa a esporre una vera campana individuale, costituita ancora da una spessa sfera di cristallo ma di rilevanti dimensioni, incastrata fra due massicci dischi di legno nella quale, seduto su di una sorta di scranno, stava il subacqueo. Il meccanismo di immersione ed emersione è sempre lo stesso, basato su di un peso che andava calato sul fondo e che, aggiunto alla campana, la rendeva più pesante dell'acqua e invece, separato, la rendeva di nuovo più leggera, favorendone perciò nel primo caso l'immersione nel secondo l'emersione. L'azionamento restava affidato ad un verricello interno alla sfera. Questa la descrizione:

Dichiaratione sesta
...Dico che se potria far fare una balla di vetro a Murano pur di vetro cristallino di tanta grandezza che un huomo in piede, over sentato vi potesse comodamente stare, e che la detta balla avesse un buso tondo di tanta grandezza, che per quello un huomo potesse comodamente intrare,e uscir da tal balla, e alquanto più largo, e da poi incassar la detta balla fra due tondi di tabula del diamentro alquanto maggiore di tal balla con quattro travetti, come che nella seguente figura appare...

Dichiaratione 7
Quando che si fusse in luoco, che non si potesse far fare la detta balla di vetro, se poteria far fare un vaso di rame, over di piombo tondo alla similitudine de una gran brenta ma largo in fondo, e stretto in bocca, alto almen cinque piedi, e largo almen piedi quattro, vero è che se potria far anchora in forma quadrangolare... e questo tal vaso facendosi de piombo vol essere talmente costrutto, over proporzionato che l'area corporal del interior vacuo sia circa nonupla all'area corporal del piombo;... condutto che fusse colui con la machina appresso della cosa affondata, potria uscir di essa machina,e andar, e stare per longo spacio di tempo de intorno a quella ad assettar, over ad acconciar quelle cose, che per soleevarla fusseno necessarie, e oltra di questo ci saria anchora da dire, che quando la cosa affondata fusse in un fondo oscuro, come vi se potria per varie vie accendervi un grande e luminoso fuoco, qual luminoso fuoco, oltra che

faria vedere la cosa affondata, faria anchor sicuro colui a uscir di tal machina da pesci bestiali, perché tutti quelli che fusseno ivi propinqui se smarirano di tal inusitato spettacolo, e se andariano allontanando da quello... Io non voglio star a narrare, come che questa sorte de machina se potria anchor far di tabule di legno, e in varie forme, ben clacatae impegolata con quattro occhiali, taccando poi attorno alla bocca tanto piombo quanto fusse de bisogno, perché per quello, che è stato detto nella quinta dechiaratione viene a esser manifesto.[2]

[2] Da N. Tartaglia, *Della sua Travagliata...*, cit., libro primo, pp. 28-30.

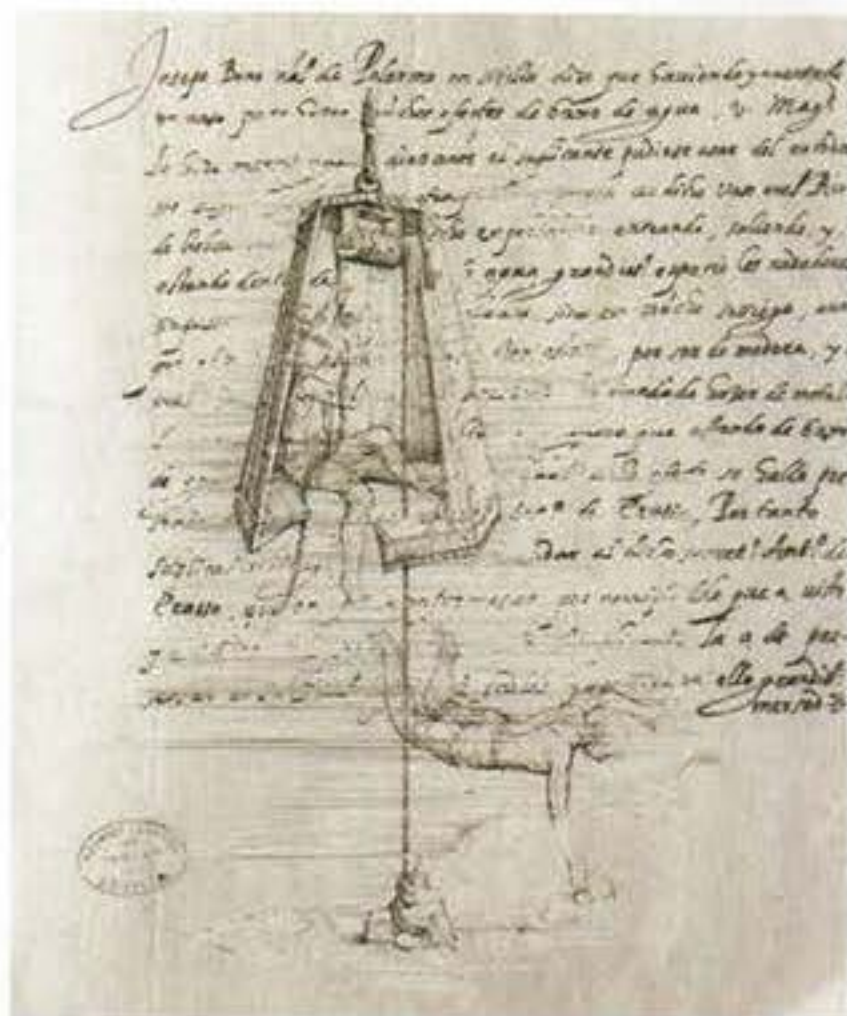
Nella pagina a fianco: *elmo da palombaro fine XIX inizi XX sec.*
In alto: *la campana individuale raffigurata nel trattato del Tartaglia*

7.3. La campana di Giuseppe Bono, 1582

Pressoché contemporaneo di Tartaglia fu il rinomato tecnico, Giuseppe Bono di origine palermitana, del quale tuttavia scarse sono le notizie biografiche disponibili: con certezza sappiamo di lui che nel 1569, ancora giovane, ricoprì l'incarico di commissario agli armamenti del Granducato di Toscana. Forse fu allora che ebbe modo di studiare gli scritti del Tartaglia, traendone ispirazione per progettare una nuova campana subacquea. Il suo apporto consistette nel renderla idonea a ospitare due uomini, di modo che mentre uno manovrava il verricello l'altro poteva uscirne fuori, per operare sul fondo. Per stabilirne con attendibile precisione la connotazione è di aiuto il decreto dell'imperatore Filippo II, promulgato nel 1582, col quale

concedeva a Giuseppe Bono un privilegio decennale per sfruttare la sua invenzione, recuperando dai fondali quanto gli fosse riuscito, compresi coralli e perle. Invenzione che non sembrerebbe né sua né rilevante, dal momento che fra la presunta campana del Macedone e quest'ultima non si riscontrano significative differenze. Così il documento tradotto:

Vista la relazione che voi, Giuseppe Bono, nativo del Regno di Sicilia, ci avete fatto, che con vostra industria e lavoro avete costruito un attrezzo ingegnoso, vale a dire un vaso di legno in forma di gran fiasco ottagonale, senza respiratore e con una bocca nella parte bassa, con cui si possono pescare e portare in superficie perle, coralli e quanto si nasconde sott'acqua, e il carico delle navi affondate, e le stesse navi, e ripulire i porti dai detriti che li intasano, in questo modo, che nella parte alta del vaso, all'interno, c'è un argano su cui si avvolge una fune, con appesa una pietra di peso congruo che con l'argano fa salire e scendere il vaso come piace a quelli che stanno dentro, e nella parte bassa del vaso c'è la bocca, da cui entrano ed escono due uomini che devono governare il vaso e uscire a pescare, e una volta rientrati devono prendere fiato e potersi imbracare, dal quale vaso uno dei due deve uscire,e quando torna esce l'altro, perché il vaso non va lasciato solo, e dalla bocca si può scorgere cosa c'è intorno per pescare ciò che conviene, e quel che si voglia portare nel vaso va segnalato con cordicelle munite di sugheri, così che una volta lasciate vadano in alto, e chi sta nel vaso possa tirarle e recuperare ogni cosa facilmente...[3]

Il riferimento all'argano interno e alla pietra di zavorra, fungente da ancoraggio per la manovra verticale della campana la fanno immaginare abbastanza piccola, dimensione che una seconda campana del Bono, della quale ci è pervenuto un dettagliato disegno, sembra confermare. Per la più antica, invece, si deve supporre una dimensione alquanto maggiore, ferma restando la connotazione complessiva e la struttura a botte. Per grandi linee, infatti, una campana subacquea d'età rinascimentale, come del resto anche quelle di epoca ellenistica, si deve immaginare costituita da un contenitore simile a una grossa botte o, addirittura, a una tinozza rovesciata, realizzata con spesse doghe di quercia tenute insieme con cerchioni di bronzo o di ferro. Sospesa per l'apice a delle funi, debitamente zavorrata e accuratamente impermeabilizzata, spesso con lastre di piombo che ne riducevano di molto la spinta di galleggiamento, veniva fatta lentamente immergere. Per l'equilibrio isobarico l'operatore restava all'asciutto -al suo interno nell'aria sovrastante l'acqua, aria che poteva respirare fino al completo degrado dell'ossigeno contenutovi. La durata del soggiorno, pertanto, variava con il variare del volume della campana e della profondità raggiunta, ma non poté mai essere molto lungo.

La seconda campana del Bono, vera novità del settore, sembra realizzata per fusione, forse in una lega di bronzo, non diversa perciò dalle campane propriamente dette. Più in dettaglio un suo attento studioso, dal grafico in scala custodito nell' Archivio di Siviglia, ne ha tratto le seguenti caratteristiche dimensionali e strutturali:

Diametro della base: cm 100
Altezza massima: cm 121
Volume del cavo: m^3 0,82
Volume del pieno: m^3 0,08
Volume complessivo: m^3 0,90

[3] Il documento è citato da A. Dell'Aira, *La campana di Bono pioniere delle immersioni*, pubblicato in HDS Notizie n° 21, ottobre 2001 p. 8.

Spessore del pieno: cm 2
Sezione delle funi: cm 4
Peso approssimativo: almeno 7 quintali (secondo il tipo di metallo o lega)
Innalzamento dell'acqua all'interno a 10 metri di profondità: cm 52
Variazione dell'aria respirabile: m³ 0,42
Autonomia per due uomini sotto sforzo: 18'[4]

[4] I dati riassuntivi sono tratti dall'articolo di A. DELL'AIRA, *Un pioniere dell'arte subacquea: mastro Giuseppe Bono da Palermo*, pubblicato in Arsenale on line review.

Nella pagina a fianco: *La campana di legno di mastro Giuseppe Bono da Palermo. Disegno di Bruno Degasperi. Sullo sfondo: il testo di una lettera in cui mastro Giuseppe Bono supplica il re di Spagna di concedergli il privilegio per le Indie.*
In alto: *disegno della campana metallica di Giuseppe Bono datato 1583. Archivio delle Indie, Siviglia*
Nella pagina seguente: *pagina del volume del Lorini con l'illustrazione della sua campana subacquea*

La sperimentazione concreta della campana del Bono avvenne nell'estate del 1583 nelle acqua del Tago, e in seguito utilizzata nel porto di Cadice.

7.4. La campana di Bonaiuto Lorini, 1597

Da un punto di vista strettamente funzionale, le campane subacquee munite di verricello e peso amovibile possono considerarsi degli ascensori da immersione, capaci di scendere e salire mollando o alando la fune. Quindi variavano, in funzione della quota, la pressione dell'aria al loro interno e di conseguenza il livello dell'acqua che vi penetrava, con la loro progressiva immersione o emersione, portandola continuamente ad equipararsi con quella esterna. Ma al di là di tale basilare prestazione, l'utilizzo della campana non consentiva al suo equipaggio alcuna escursione orizzontale. Certamente servendosi di brevi tubi flessibili era possibile uscire dalla stessa e muoversi, con una adeguata zavorra, sul fondale ma il raggio non poteva eccedere pochi metri, per cui il suo impiego restò limitato al recupero di oggetti sparsi nelle sue immediate adiacenze, come a esempio quelli sparpagliati da un naufragio. Ed è appunto molto simile -persino per forma a una cabina di ascensore, oltre che per funzionamento- la campana di Bonaiuto Lorini del 1597. Questa in breve la sua descrizione:

> *La compiuta perfettione di tutte le opere, consiste solo nella facilità dell'essequirle, acciò apportino quel commodo, e beneficio a che vengono dedicate. Gli proposti strumenti da poter star sotto acqua, benché possa parer cosa difficile l'essequirli, non dimeno vedendosi con l'esperienza la facilità, e sicurtà, che possono apportare, si doveranno per ciò non poco apprezzare per li bisogni che possono occorrere sì nel ripescare artiglierie nel mare, come anco qual si voglia altra cosa che fosse sopra navi, ò altri vassello sommersi, e anco poter legare essi vasselli con canapi per tirargli fuori, oltre alla molta commodità, e utilità del pescare coralli. E per la fabbrica di essi strumenti, e prima del maggiore BC si formerà un quadro lungo di bonissimi tavoloni largo il suo vacuo di dentro un braccio e mezo, e lungo, overo alto due, e venga così ben commesso, e cerchiato di ferro, che in modo alcuno non vi si possa penetrar l'acqua, ò per dir meglio uscirne l'aria che dentro vi doverà essere riserrata nel mandarlo sotto sotto con la bocca LK in giù tirato dal peso A, che si propone sia una pietra grave bastanza, la quale deve essere essere sostentata, ò per dir meglio deve sostentare co'l suo peso il detto*

STRVMENTI NE' QVALI POSSONO STAR GLI HVOMINI SOTTO ACQVA.

CAP. XV.

LA compita perfettione di tutte le opere, conſiſte ſolo nella facilità dell'eſſequirle, acciò apportino quel commodo, e beneficio a che vengono dedicate. Gli propoſti ſtrumenti da poter ſtar ſotto acqua, benche poſſa parere coſa difficile l'eſſequirli, nondimeno vedendoſi con l'eſperienza la facilità, e ſicurtà, che poſſono apportare, ſi doueranno per ciò non poco apprezzare per li biſogni che poſſono occorrere ſi nel ripeſcare artiglierie nel mare, come anco qual ſi voglia altra coſa che foſſe ſopra naui, ò altri vaſſelli ſommerſi, & anco poter legare eſſi vaſſelli con canapi per tirargli fuori, oltra alla molta commodità, & vtilità del peſcare coralli. E per la fabrica di eſſi ſtrumenti, e prima del maggiore BC ſi formerà vn quadro lungo di buoniſſimi tauoloni largo il ſuo vacuo di dentro vn braccio, e mezo, e lungo, ouero alto due, e venga coſi ben commeſſo, e cerchiato di ferro, che in modo alcuno non vi poſſa penetrar l'acqua, ò per dir meglio vſcirne l'aria che dentro vi douerà eſſere riſerrata nel mandarlo ſotto con la bocca LK in giù tirato dal peſo A, che ſi propone ſia vna pietra graue a baſtanza, laquale deue eſſere ſoſtentata, ò per dir meglio deue ſoſtentare co'l ſuo peſo il detto ſtrumento LKC da ogni parte per le legature del ferro BCÑ; e nella interſecatione, ouero crociera, che fanno nel mezo di ſopra ſia attaccato la taglia con la girella FE, doue ſia inueſtita la corda FEG, che con vna teſta douerà eſſere legata alla banda d'vn vaſſello, e con l'altra mandar' a baſſo nel fondo dell'acqua lo ſtrumento, e tirarlo di ſopra conforme al biſogno. Douendoſi auuertire di far l'altezza BK commoda, acciò che l'huomo che vi ſarà dentro poſſa veder fuori per le fineſtrelle IH, doue ſaranno i criſtalli, & ancora vſcir, e tornar dentro, doue l'acqua non paſſerà l'altezza delle lettere LK. Il ſecondo ſtrumento ſi farà con la tromba di corame OR con le ſue armature di dentro fatte co' cerchi di ferro, & haſte per lo lungo, come per HG ſi vede, laqual tromba douerà eſſer lunga quanto ſarà profonda l'acqua, & attaccata con una corda auuolta all'antenna RP, doue da baſſo alla teſta R ſarà attaccato lo ſtaffone di ferro RS, e peſo d'un piombo, ò pietra S, ſopra alquale potrà ſtare un'huomo a caualcione ueſtito con una ueſte di pelle di capra, cioè di quelle con che ſi fanno gli utri da portar' oglio, con laqual ueſte ſi deue legare le maniche da mano, come ſi fan le maniche di maglia, & alla cintura ſtretta, & aſſettata, che non poſſa penetrarui l'acqua tenendo la teſta nel uacuo ſotto la detta tromba, doue ſaranno i criſtalli da' quali riceuerà lume, e tenendo le braccia libere fuori potrà far tutte quelle operationi, che uorrà, facendo intendere co'l parlare a quelli che ſaranno di ſopra alla bocca PO, quanto gli occorrerà, ſendo ſoſtentato dalla corda GTV inueſtita

nella

strumento LKC da ogni parte per legature del ferro BCN; e nella intersecazione, overo crociera, che fanno nel mezo di sopra sia attaccata la taglia con la girella FE, dove sia investita la corda FEG, che con una testa doverà essere legata alla banda d'un vassello, e con l'altra mandar a basso nel fondo dell'acqua lo stumento, e tirarlo di sopra confrome al bisogno. Dovendosi avvertire di far l'altezza BK commoda, acciò che l'huomo che vi sarà dentro possa veder fuori per le finestrelle IH, dove saranno i cristalli, e ancora uscir, e tornar dentro, dove l'acqua non passerà l'altezza delle lettere LK.[5]

Abbastanza semplice l'interpretazione dello scritto e, quindi, della campana a forma di parallelepipedo, appunto come una cabina d'ascensore. Sullo stesso foglio, inoltre, vi è un secondo progetto per immersioni individuali, che potrebbe considerarsi una sorta di scafandro estensibile di altezza pari alla profondità di lavoro. In pratica una sorta di muta comprendente un tubo e un casco fra loro connessi: il tubo di uguale diametro del casco è applicato sullo stesso formando così un lungo condotto fuoriuscente dalla superficie del mare, una variante dello snorkel, che emergendo mediante dei galleggianti dovrebbe consentire all'operatore di respirare agevolmente. Per dare a quest'ultimo stabilità vi è una pesante zavorra fissata alla base del corpetto, in foggia di seggiolino da altalena, mentre una valvola galleggiante chiude il condotto in caso di onde. Il sollevamento dal fondo è assicurato da una carrucola munita di doppia fune, applicata al detto seggiolino ed azionata dall'imbarcazione di appoggio. Il progetto al di là della sua originalità che lo farebbe rientrare fra gli antesignani scafandri, nella realtà non poteva funzionare poiché richiedeva al subacqueo di vincere con i soli suoi muscoli toracici la pressione dell' acqua. Questa comunque la descrizione:

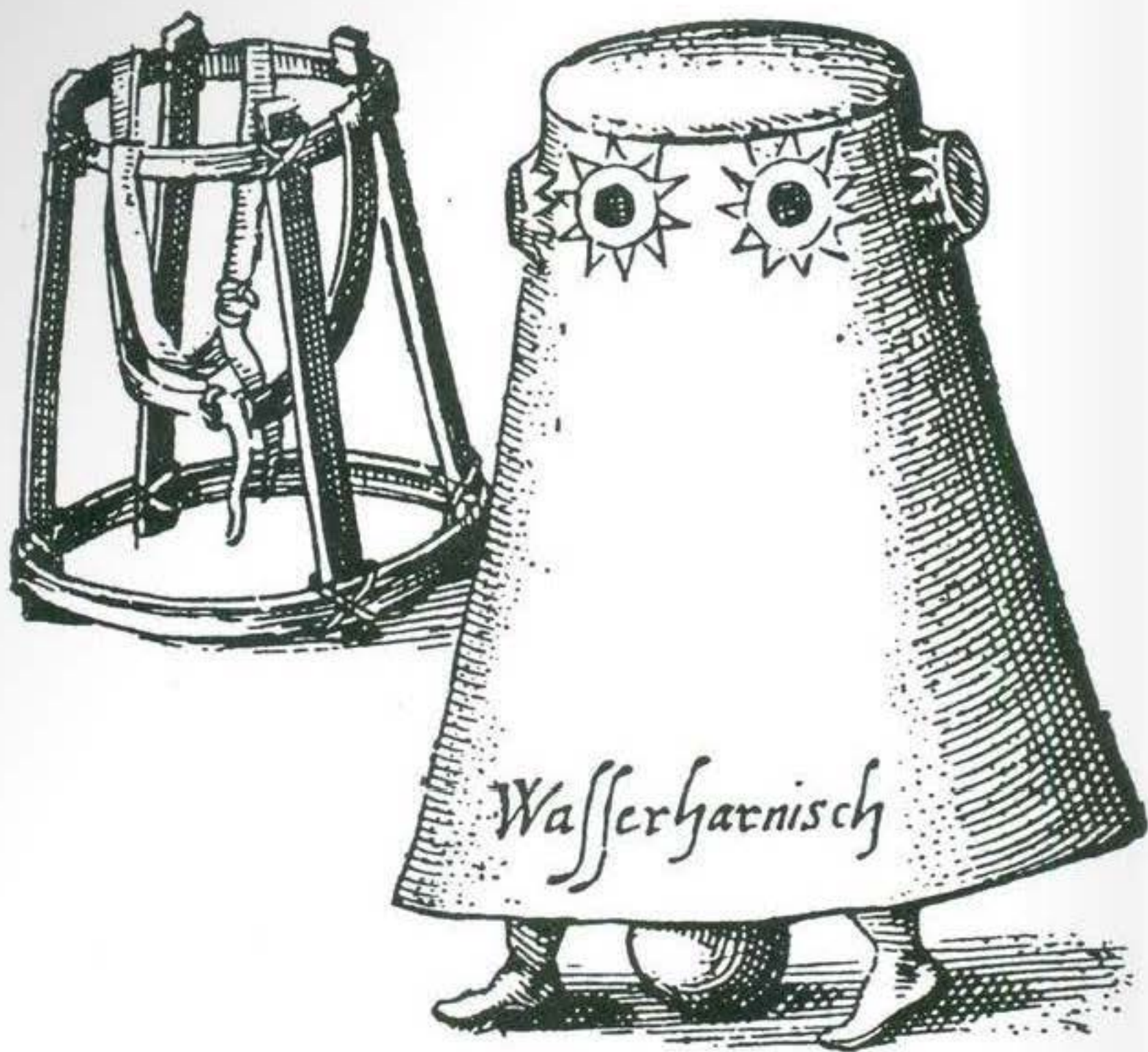
Il secondo strumento si farà con la tromba di corame OR con le sue armature di dentro fatte co' cerchi di ferro, e baste per lo lungo, come per HG si vede, la qual tromba doverà esser lunga quanto sarà profonda l'acqua, e attaccata con una corda avvolta all'antenna RP, dove da basso alla testa R sarà attaccato lo staffone di ferro RS, e peso d'un piombo, ò pietra S, sopra al quale potrà stare un'huomo a cavalcione vestito con una veste di pelle di capra, cioè di quelle con che si si fanno gli utri da portar' oglio, con la quale veste si deve legare le maniche da mano, come si fan le maniche di maglia,e alla cintura stretta,e assettata, che non possa penetrarvi l'acqua tenendo la testa nel vacuo sotto la detta tromba, dove saranno i cristalli da' quali riceverà lume, e tenendo le braccia libere fuori potrà far tutte quelle operazioni, che vorrà facendo intendere col parlare a quelli che saranno di sopra alla bocca PQ quando gli occorrerà, sendo sstentato dalla corda GTV investita nella taglia T attaccata allo staffone ST, e all'antenna per lungo Y dove sendo legato di sopra della detta antenna dell'albero della barca la testa G con l'altra V si potrà abbasare ò alzar l'huomo con l'edificio conforme al bisogno.[6]

7.5. *La campana di von Treileben e i cannoni del Vasa, 1664*

Un passo decisivo verso la mobilità di un subacqueo sul fondo fu fornito dalla campana individuale di Franz Kessler, 1580-1650, anch'essa da annoverarsi a giusto titolo fra gli archetipi degli ibridi scafandro-campana. Consisteva, infatti, in una imbracatura che, fissata sulle spalle, permetteva al subacqueo di sostenere la campana, come una sorta di pesante soprabito, e pertanto di camminare sul fondale per un discreto intervallo di tempo. Ovviamente, in caso di caduta o di inclinazione accidentale della stessa per il sub, impacciato dalle cinghie e dal suo peso, non v'erano speranze di sopravvivenza.

Ma un ruolo da protagonista giocò l'elaborata campana subacquea di Hans Albrecht von Treileben nei recuperi conseguenti il disgraziato affondamento del Vasa, immediatamente dopo il varo. La nave era la più grande unità della flotta svedese, lunga compreso il bompresso circa 70 e larga circa 12, dotata di quattro ponti e di ben 64 cannoni. Il 10 agosto del 1628 salpò per il suo primo viaggio inaugurale, in una luminosa giornata estiva, in tutto lo splendore delle sue 700 statue dorate e colorate, muovendo nel porto di Stoccolma. Uscita in mare aperto fu colpita da una raffica di vento che la inclinò, facendole imbarcare acqua dai portelli inferiori dei cannoni, provocandone così il rapido affondamento. La notizia del disastro si diffuse con straordinaria rapidità nell'intera Europa, tant'è che appena pochi giorni dopo giunse a Stoccolma un certo Ian

[5] La descrizione della campana è contenuta nel trattato *Delle fortificazioni* di Buonaiuto Lorini, nobile fiorentino, libri cinque. Ne' quali si mostra con le più facili regole la scienza con la pratica, di fortificare le città, et altri luoghi sopra diversi siti. Con tutti gli avvertimenti che per intelligenza di tal materia occorre. Venezia 1597, libro V, cap. XV, p. 204.

[6] Da B. Lorini, *Delle fortificazioni*..., cit., p. 204.

Bulmer, di nazionalità inglese, che effettuò un velleitario tentativo per sollevarla, ovviamente fallito per mancanza di attrezzature adeguate, ma che forse riuscì a raddrizzarla, assetto che poi agevolerà il recupero dei cannoni e il sollevamento della stessa nave 333 anni dopo.

Il recupero dei cannoni avvenne fra il 1664-1665, quindi molto tempo dopo l'affondamento, grazie ad una serie di immersioni dirette proprio da Hans Albrecht von Treileben, al termine delle quali il relitto adagiato su di un fondale di appena una trentina di metri fu abbandonato al suo destino, pur emergendo per circa un secolo il suo albero maestro. L'operazione di riportarlo in superficie fu avviata nel 1956 e il 24 aprile del 1961 la grande nave tornò a galleggiare, mostrando tutti i danni che nel frattempo aveva subito. Terminati i restauri nel 1980 e mantenendo il 95% delle sue componenti originali, fu esposta in un apposito museo, il Wasamuséet di Stoccolma. Queste le sue principali dimensioni: lunghezza 69 m; larghezza 11.7 m; pescaggio 4.7 m; tonnellaggio 1.300 t; equipaggio 437 uomini.

Albrect Terileben avviò le operazioni di recupero nel 1663, soltanto dopo aver messo a punto una nuova campana da lui stesso elaborata, che agevolava le operazioni in

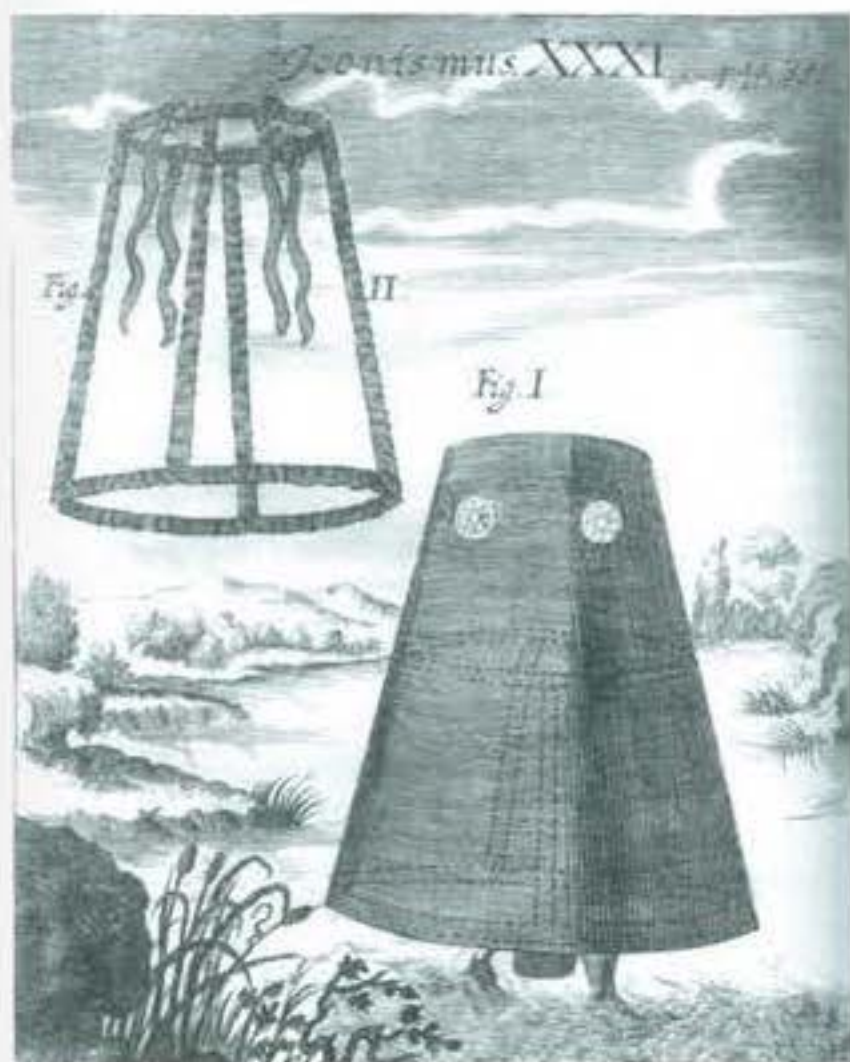
immersione. Il subacqueo al suo interno indossava pesanti abiti di cuoio per difendersi dal freddo e si sosteneva su di un apposita traversa posta nella campana, in modo che la testa e il torace fossero nella sua bolla d'aria. Per pura combinazione in quei giorni si trovò nei paraggi un curioso sacerdote italiano, Francesco Negri, che saputo dalle operazioni di recupero volle vederle da vicino lasciandocene poi questa accurata testimonianza:

> *Avendo io inteso che da qualch'anni si è ritrovata una invenzione per potersi andar in fondo del mare senza pericolo, e in qualunque profondità, per ritrovar cose perduteci o per altro arbitrio, andai a posta per osservare il tutto... un giorno per tanto, fatta prepar una barchetta, entrammo in essa insieme con alcuni signori qui a Stockholm, e ci trasferimmo nello Sker o golfo, in distanza di un miglio italiano in circa di quà, in un sito dove già da tanti anni un vascello vi si ingallonò, o dando volta andò a fondo con tutta la roba e gente che portava; arrivati al termine entrammo in una barca, dove avuti gli ordini del signor Residente, quegli uomini soliti a far l'opera così l'incominciarono. Fecero venir quello che doveva discendere nel fondo del mare, il quale si pose a sedere, e portatogli un anello, o cerchio di ferro, capace di poter entrarvi dentro un piede e gamba, se lo fece passar sopra al ginocchio; e poi tirò su uno stivalone di corame...*[7]

Più dettagliata la vestizione del sommozzatore che avveniva sopra una barca appoggio, poco più che una zattera:

> *...sopra questa zattera era una campana di piombo di cinque palmi di altezza* [115 cm] *e larga a proporzione, la quale con una lunga fune legata nella parte superiore*

[7] La citazione è tratta da A. MONDINI, *Storia della tecnica. Dal Seicento al Novecento*, Torino 1977, vol. III, pp. 89-90.

Nella pagina a fianco: *disegno della campana subacquea del Franz Kessler alla base del modello utilizzato per il recupero dei cannoni del Vasa.* In alto: *ricostruzione grafica dell'utilizzo nella campana del von Treileben.*

poteva tirarsi in alto da alcuni uomini, mediante una girella sostentata da due legni. Alzata che fu la campana più di mezza statura d'uomo, vi entrò dentro così vestito e montò sopra un pezzo di piombo ben legato, e pendente dall'istessa campana in luogo di battente; overo vicino all'orificio fanno quattro piccoli fori nell'istessa campana, per i quali passate quattro funicelle, e ben annodate, di sopra via vanno a sostentar quel pezzo di piombo, passandolo nell'istesso modo nei quattro suoi angoli, e sarà due palmi più basso di essa. Diedero alla mano a quest'uomo un legno rotondo della grossezza poco men d'una picca, nel cui capo è conficcato un uncino di ferro, perchè possa con esso afferrar le robbe che scuopre. Spinta la campana sopra l'acque, la lasciarono calare insieme con quell'uomo, che discese fino al fondo, il quale in quel luogo è di sedici stature d'uomo, conferme io trovai misurandolo con una corda; e quando ben fusse assai più profondo, tanto seguirebbe l'effetto.

Nella pagina a fianco: *modello del Vasa custodito presso il Museo del Mare di Napoli.*
In questa pagina: *disegno della campana del von Treileben ed alcune ricostruzioni museali della stessa.*

Ciò da me veduto, e capitàne la cagione, perché potesse quell'uomo dimorar sott'acqua anche fino a mezz'ora, disse che, ritornato quello di sopra, io volevo entrar dentro la campana, e discendere nel modo che esso aveva fatto, del che temendo il Signor Residente mi dissuase dal farlo, col dirmi che, se riusciva a colui per esser pratico dell'arte, a me non sarebbe riuscito non essendo della professione. Io addussi a Sua Signoria Illustrissima la ragione,, perché quello potesse star tanto sott'acqua... non può l'acqua riempir tutta la campana per la ragione ordinaria che non ammette, come dicono i filosofi, la compenetrazione dei corpi, siccome appare in un bicchiere attuffato in acqua con la bocca in giù. Così arriva quell'uomo fino al fondo, sapendo gli altri quanto devono calarlo; e per la prima volta quando non lo sanno, egli ne da il segno col tirar sottile funicella con la sinistra mano, la quale passando sotto la campana arriva fin sopra la zattera.
Dato poi il segno, e tirato ad alto, portò di sopra afferrata coll'uncino una grossa tavola di rovere con grosse e pesanti lamine di ferro, dopo d'essersi trattenuto sott'acqua un buon quarto d'ora. Gli dimandai per interprete, se avesse potuto starci più: mi rispose che fino a mezz'ora, non più, per riscaldar poi troppo quell'aria ivi chiusa con l'alito, come credo (ma mi dimenticai di domandarglielo), se pur non fu per patir troppo freddo alle gambe e cosce attuffate nell'acqua, perché effettivamente tremava, benché nativo del paese e robusto e usato agli strapazzi del corpo. Era allora circa la fine di ottobre di quest'anno prossimo passato 1663... avevano nei giorni passati tirati su sedici piccoli cannoni tutti di bronzo, che sono qui nella piazza. Sono stati prima legati nel fondo del mare da quello che poi ascende per dar la fune agli altri, che di sopra l'attendono, quando non è bastante egli solo.
*Non ho potuto intendere chi sia stato l'autor di quetsa gentil invenzione...**

Prescindendo dalla bassa temperatura del mare di Stoccolma, ragione preminente della conservazione del Vasa, il freddo all'interno della campana doveva risultare paralizzante, tanto più che per la sua ristrettezza il subacqueo non poteva quasi muoversi e la visibilità di cui godeva non andava molto oltre il diametro di base! Eppure, nonostante ciò, i 64 cannoni furono recuperati e venduti in Germania, con un notevole utile.

* Da A. Mondini, *Storia della tecnica*..., op. cit., vol. III, p. 89.

A fianco: *il Vasa nel Wasamuséet a Stoccolma.*

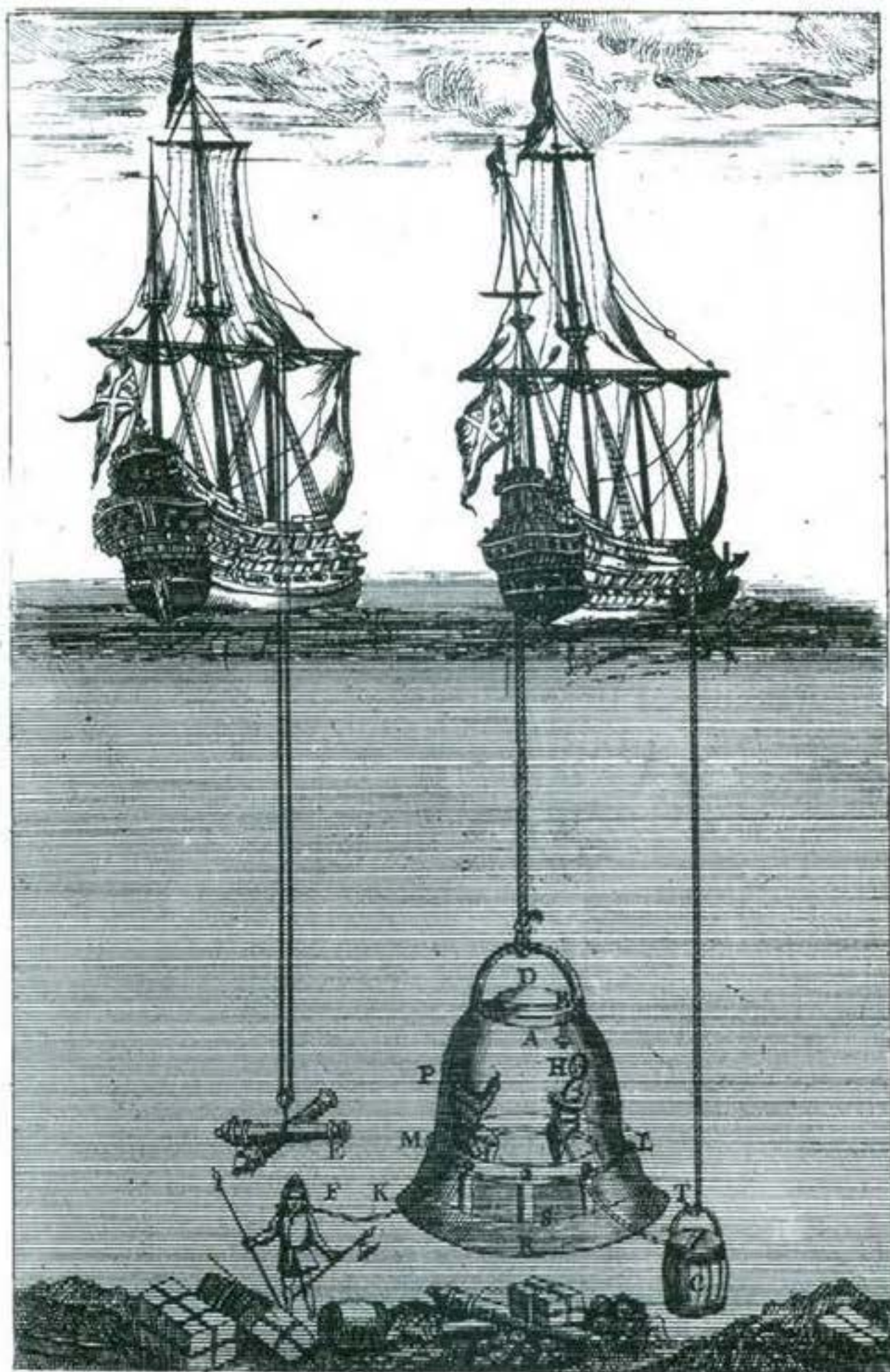
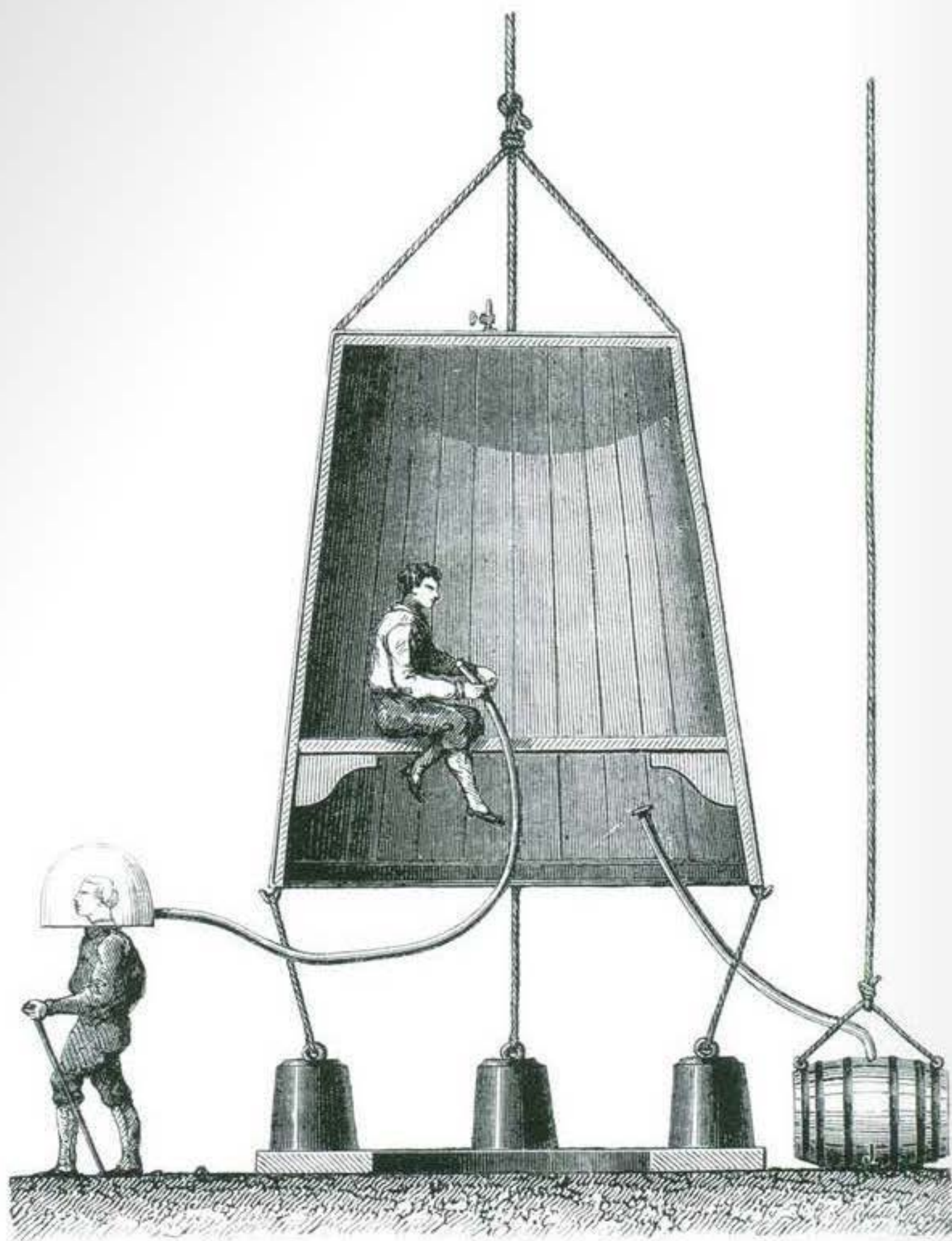
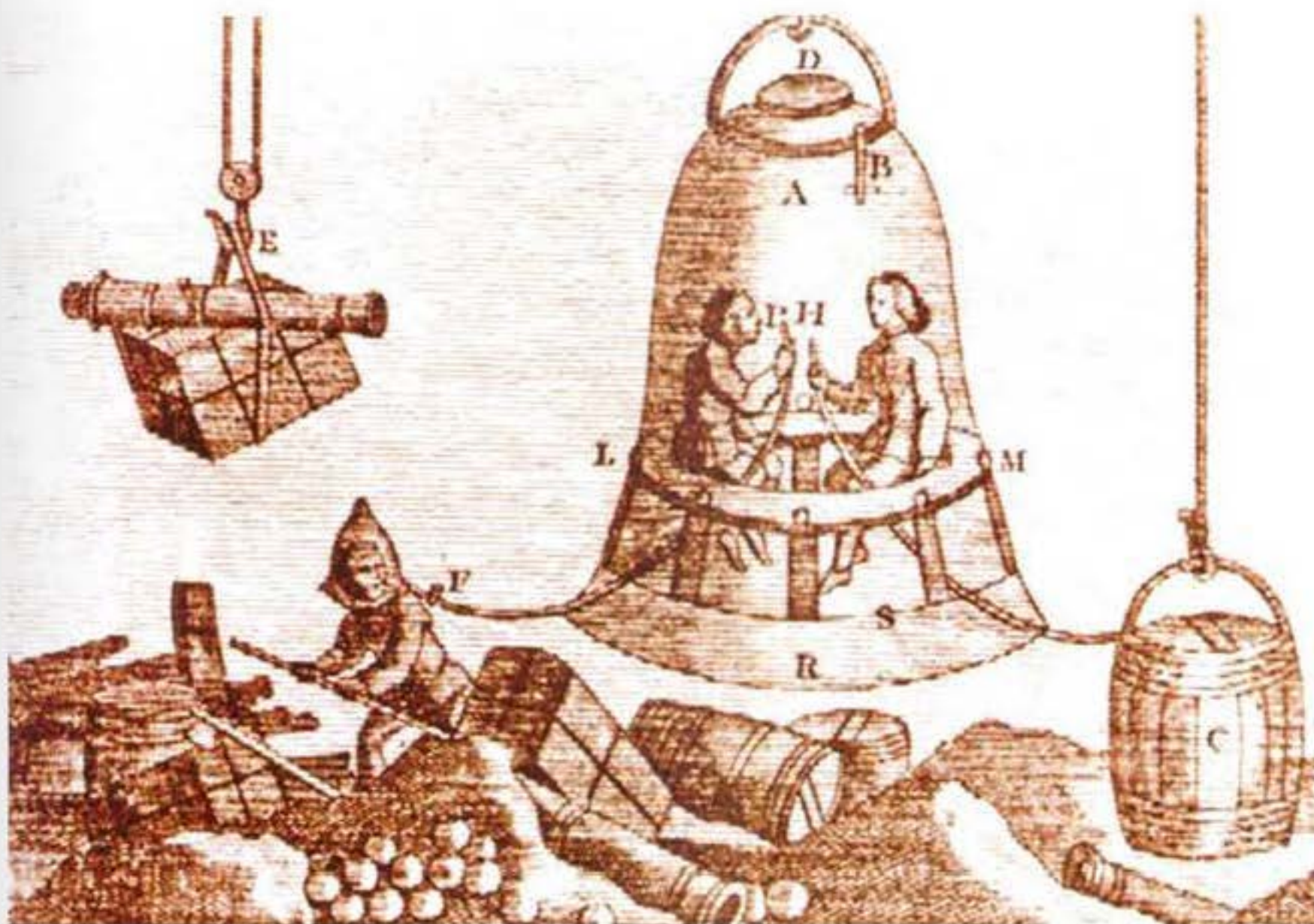
7.6. *La campana a ricambio d'aria di Halley, 1721*

Fra le stampe raffiguranti delle campane subacquee, moltiplicatesi dopo il recupero dei cannoni del Vasa, ne spicca una disegnata in sezione e di discreta grandezza attribuita al grande scienziato Edmund Halley Halley, 1656-1742. Astronomo celebre, soprattutto per la cometa della quale calcolò con precisione l'orbita e che da lui prese il nome, fu anche matematico, fisico, climatologo, geofisico e metereologo, interessandosi pure delle attività subacquee. Inventò, infatti, una campana da immersione in grado di rinnovare l'aria al suo interno, e in quanto tale quasi certamente la prima del genere. Nella suddetta stampa, come nelle tante similari, compare a fianco della campana e a essa collegato da un tubo, un barile fluttuante, legato con una fune. Non essendo di sicuro pieno d'acqua, ma della sola aria, lo si deve immaginare ben zavorrato, probabilmente tramite un involucro di piombo, l'unico modo per annullarne la spinta di galleggiamento. La sua finalità, secondo i recenti esperimenti dello scienziato, consisteva proprio nel rifornire di aria pura la campana, tecnica che muoveva così i suoi primi passi e che in breve si sarebbe affermata per il suo esito positivo.

Alcuni studiosi svedesi, tuttavia, affermarono che il vero inventore di quel sistema di rifornimento d'aria sia stato Andreas Peckel, l'assistente di Albrect Treileben durante il recupero dei cannoni del Vasa, fornendo una serie di prove al riguardo[9]. Probabile, però, per le analogie con tanti casi del genere che il dispositivo a cui il tecnico era giunto empiricamente fu successivamente ottimizzato e migliorato dallo scienziato, che finì per esserne considerato l'unico inventore. Quale che ne sia stata l'effettiva priorità inventiva il ricambio d'aria, descritto da Halley, era inviato dalla superficie con degli appositi barili ermetici rivestiti di lamiera piombo, con due aperture: disposti con adeguati ancoraggi in assetto verticale, immettevano il tubo superiore direttamente nella campana. Apertone il rubinetto, dal foro sul fondo del barile entrava l'acqua che ne spingeva perciò l'aria dentro la campana e, poiché il barile si trovava a una profondità, sia pure di poco, maggiore della campana, l'aria ne fuorusciva a una pressione superiore a quella della campana, spingendo verso la sua sommità l'aria interna viziata, favorendone in tal modo la eliminazione attraverso una valvola collocata nel cielo della stessa ben visibile in tutte le stampe. Tali travasi, ripetuti un discreto numero di volte, permettevano la sostituzione completa della campana e l'abbassamento del livello dell'acqua. Scriveva al riguardo Halley, dopo aver verificato sperimentalmente la sua idea:

> *Essendo impegnato in un'attività che implicava l'esigenza di non essere interrotta sott'acqua, ho trovato come ovviare a tale ostacolo che accompagna l'uso della comune campana subacquea, inventando un sistema per portare l'aria in basso al suo interno, mentre è immersa. Con tale sistema non solo l'aria inclusa sarebbe stata sostituita ma sarebbe stata pure espulsa tutta l'acqua penetrata quale che ne fosse la profondità... Questa la descrizione della mia 'Apparecchiatura':*
> *La campana di cui mi sono servito era costruita in legno, in forma tronco-conica- del volume interno di circa 60 piedi cubici, con un diametro superiore di 3 piedi* [circa 100 cm] *e 5* [circa 150 cm] *inferiore. Rivestita completamente di*

[9] Cfr. F. Rambelli, F. De Strobel, A. Bottiani, *Sul sistema di ricambio d'aria della campana di Halley -1690*, in HDS Notizie, n° 20, anno VII, luglio 2001, pp. 10-12.

A fianco: *ritratto di Edmund Halley*
Nelle pagine seguenti: *stampe settecentesche raffiguranti la campana di Halley e il suo rifornimento di aria.*

For J. Hinton at the King's Arms in Newgate Street.

piombo era così pesante che sarebbe facilmente affondata anche vuota, ed ho distribuito il peso soprattutto sulla sua base di modo che sarebbe scesa con assetto verticale senza alcuna altra inclinazione. Nella parte superiore ho collocato uno spesso vetro trasparente, come un oblò per fare entrare la luce dall'alto, ed anche una valvola per fare uscire l'aria calda (viziata)... Questa macchina ho sospeso all'albero di una nave tramite un braccio che la può far sporgere fuori dal bordo o farla rientrare quando necessario.[10]

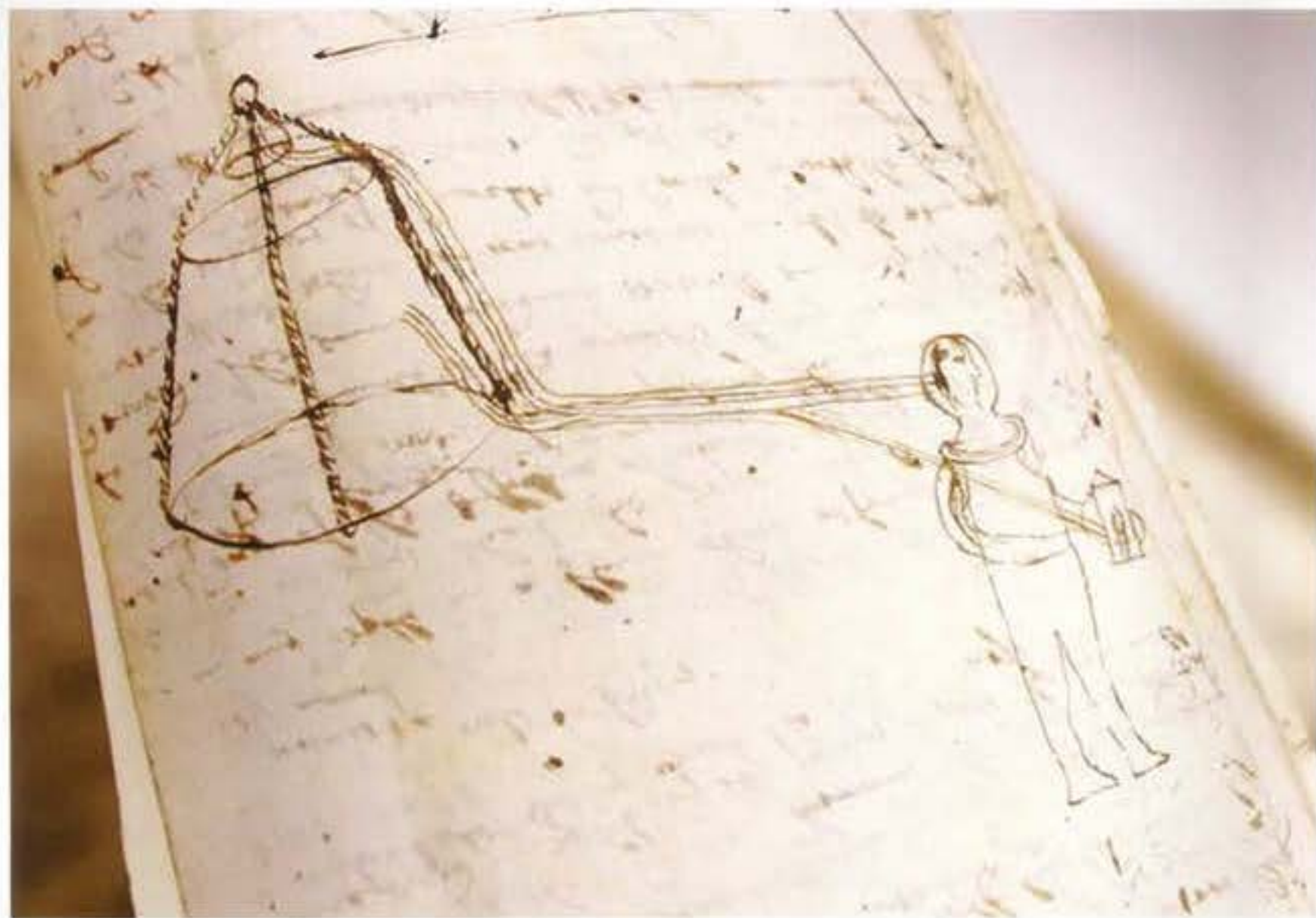
L'innovazione scaturiva dall'osservazione che le campane fino allora utilizzate, avevano due grossi problemi: l'aria doveva essere sostituita abbastanza di frequente, richiedendone il sollevamento fuori dall'acqua, operazione lenta e faticosa per un congegno sempre molto pesante; la campana finiva per riempirsi in gran parte con l'acqua via via che l'aria interna scendendo vi veniva compressa, costringendo spesso gli operatori a stare coi piedi immersi nell'acqua gelata, per cui troppo frequentemente sollecitavano la riemersione. Fu proprio per superare entrambi i problemi che Halley apportò una significativa modifica alla tradizionale campana: la menzionata valvola superiore per l'espulsione dell'aria viziata fu abbinata alla immissione di aria fresca inviata dalla superficie. L'aria viziata espulsa veniva così sostituita da quella dei barili, di modo che il livello interno dell'acqua non variava, se non abbassandosi. Per il resto si trattava della solita tinozza tronco conica, in doghe di quercia rivestite di piombo, in grado di ospitare più persone. Un oblò superiore munito di uno spesso vetro garantiva l'illuminazione al suo interno evitando così lampade che consumavano ossigeno, ed una panca anulare correva al di sopra della sua base. Uno spesso anello, zavorrato con 3 pani di piombo di un quintale ciascuno e fissato a circa un metro dal bordo inferiore, garantiva il perfetto assetto verticale della campana e l'ancorava stabilmente al fondo.

[10] Da E. HALLEY, *L'arte di vivere sotto l'acqua*, pubblicato nel volume n° 29 della *Philosophical Transactions*, del 1714-1716.

7.7. *Ulteriori precisazioni di Halley*

Halley, perfettamente consapevole che il suo maggiore apporto alla campana subacquea era proprio il sistema di ricambio d'aria, volle meglio descriverlo in questi termini:

> *Per fornire aria a questa campana quando si trova sott'acqua, ho utilizzato un paio di barili, di circa 36 galloni ciascuno* [162 litri], *i quali essendo rivestiti di piombo affondavano senza bisogno di zavorra. Ognuno di essi aveva una valvola nella sua parte inferiore per farvi entrare l'acqua... E a un foro nella parte superiore di questi botti ho fissato un tubo, ben sigillato con cera d'api, abbastanza lungo in basso,e vi ho aggiunto un peso in modo che l'aria dalle parte superiore delle botti non poteva sfuggirvi, a meno che l'estremità inferiore di questo tubo flessibile non fossero state sollevate.*
>
> *I barili dell'aria così preparati, li ho montati su di un'attrezzatura adeguata per farli salire e scendere alternativamente, alla maniera di due secchi in un pozzo, prestazione tanto facile da attuare, che due uomini con meno di metà della loro forza, potrebbero eseguire, quale che ne fosse l'esigenza. Nella loro discesa i barili vengono guidati da funi fissate al di sotto del bordo della campana, che passano attraverso degli anelli posti su entrambi i loro fianchi, in modo che scendendo su dette funi vengono prontamente alla mano di un uomo, collocato apposta sul bordo per riceverli, che immette l'estremità del loro tubo nella campana. Attraverso questi tubo, comunicante con la parte superiore del barile non appena si consente all'aria di entrarvi dal foro inferiore, l'aria contenuta è soffiata con grande forza nella campana.*[11]

[11] Da E. HALLEY, *L'arte di vivere...*, cit.

Il via vai dei barili oltre a ricambiare l'aria, riesce anche ad abbassare il livello dell'acqua dentro la campana, livello che l'espulsione dell'aria viziata aveva fatto salire. Così ancora Halley:

> *E così presto come l'aria del primo barile era stata scaricata, con un dato segnale concordato è fatto discendere il secondo: e da una successione alternata l'aria viene fornita velocemente e in così grande abbondanza, che la mia persona è stata una delle cinque che sono state assieme nella parte inferiore, in acqua nove o dieci Fathoms* [18-20 m], *per oltre un'ora e mezza alla volta, senza alcun tipo di conseguenza negativa. E avrei potuto continuare più a lungo, a mio piacimento...*[12]

[12] Da E. Halley, *L'arte di vivere...*, cit.

Nella pagina a fianco: *uno schizzo originale di Halley di campana subacquea.*
Sopra: *ricostruzione museale della campagna subacquea di Halley.*

Un altro aspetto che Halley non manca di ricordare è il maggior *comfort* garantito alla sua campana da quel sistema:

> *Inoltre tutta l'interno della campana è stato mantenuto completamente asciutto, per cui mi sono potuto sedere sulla panchina... Ho solo osservato che inizialmente era necessario andare giù a poco a poco, di circa 12 piedi alla volta, e poi di fermarsi e di scacciare l'acqua che entrava, immettendo tre o quattro barili di aria fresca, dopo di che sono sceso ulteriormente. Quando sono giunto alla profondità programmata, ho scaricato fuori la maggior quantità di aria viziata che si era formata mediante la valvola posta sul cielo della campana, e l'apporto di ogni barile fa sfogare l'aria con una violenza tale da far ribollire la superficie del mare, e coprire con una schiuma bianca, nonostante il grande peso di acqua su di noi. Così ho scoperto di poter fare qualsiasi cosa che doveva essere fatto sotto di noi, e che, togliendo la traversa, ho potuto constatare, che uno spazio del fondale largo quanto il diametro della campana del fondale era ri-*

masto asciutto... E per la finestra di vetro, tanta luce penetrava, che, quando il mare era chiaro e soprattutto quando il sole era alto, ho potuto vedere benissimo per scrivere o leggere, molto di più per fissare o afferrare un qualsiasi oggetto posto al di sotto, che doveva essere preso. E con il ritorno dei barili d'aria, spesso ho mandato ordini, scritto con una punta di ferro su piccole lastre di piombo, indicando dove spostarci da un luogo all'altro, a seconda chele occasioni lo richiedessero. Altre volte quando l'acqua era travagliata e densa, e quindi nella campana vi sarebbe regnato il buio come nella notte, sono stato in grado di mantenere una candela accesa per tutto il tempo che ho voluto, nonostante il grande consumo di aria necessario alla combustione della fiamma.[13]

Infine Halley conclude la sua esposizione fornendo dei suggerimenti per il miglior utilizzo della sua campana:

Questa la considero un'invenzione utilizzabile in vari impieghi, come ad esempio la pesca delle perle, le immersioni per la pesca del corallo, delle spugne e similari, a profondità molto maggiori rispetto a quelle finora possibili. Anche per il montaggio e lo scavo delle fondazioni di moli, di ponti, ecc. su fondali rocciosi e per la pulizia e lavaggio delle navi... durante periodi di mare calmo. Ma siccome non ho esperienza di queste cose, le lascio a quelli che vorranno sperimentarle...
Con un congegno aggiuntivo, ho trovato fattibile per un subacqueo di uscire dalla nostra campana, per una buona distanza da essa: l'aria viene convogliata verso di lui con un flusso continuo mediante piccoli tubi flessibili, tubi che possono servire come guida per quando sarebbe tornato alla Campana. Ma di questo forse più seguito.[14]

7.8. La campana di Halley a Nemi

Tra i diversi impieghi della sua campana Halley non poteva certamente immaginare che vi fosse pure quello dell'archeologia subacquea, disciplina ai suoi giorni quasi ignota. Ma proprio per la possibilità di lunghe permanenze subacquee che il sistema di ricambio d'aria garantiva tale campana fu reputata idonea per i rilievi prodromici al terzo tentativo di recupero delle navi di Nemi.

[13] Da E. Halley, *L'arte di vivere...*, cit.
[14] *Ibid.*

Nel 1827, infatti, il cavaliere Annesio Fusconi si cimentò con quella secolare sfida, che poi esporrà in suo libro pubblicato dodici anni dopo[15], e dopo aver studiato attentamente i precedenti fallimenti, ritenne che solo la campana di Halley potesse meglio adattarsi all'impresa. A tale scopo aveva apportato alla stessa una significativa modifica: al posto del macchinoso rifornimento con i barili blindati Fusconi si servì di una pompa pneumatica posta in una barca-appoggio la quale, tramite un tubo, insufflava continuamente aria fresca nella campana dalla quale era fatta sfogare quella viziata. Approfondì perciò il ricambio d'aria escogitato da Halley in questi termini:

Il dott. Halley... provvide alla necessità di mutar l'aria della campana già discesa ad una certa profondità, mediante due grossi barili che a vicenda salivano e discendevano, aventi oltre il solito del cocchiume, o turacciolo, un altro forame nella sommità, a cui era attaccato un tubo di cuojo. Col mezzo di due cordelline erano essi tirati sotto la campana, di maniera che il marangone togliendo il cocchiume al barile, ed introducendone il tubo di cuojo nel vuoto, quello coll'empirsi di acqua soffiava l'aria di che pieno era disceso, e tornando su si vuotava di quella, e si riforniva di questa; ed essendo di legno la campana, e perciò oscura, in tal caso potea tenersi accesa una candela.
In tal modo il medesimo Halley, avendo fatto formare una campana di legno intonacata di piombo della capacità di 60 piedi cubici, discese con quattro compagni sott'acqua alla profondità di circa 30 braccia, e rimase un'ora e mezza senza il menomo disagio, e senza che l'acqua penetrasse punto nella campana.[16]

[15] Cfr. A. Fusconi, *Memoria archeologico-idraulica sulla nave dell'imperator Tiberio: Dedicata a Sua Maestà Fedelissima Michele Primo re di Portogallo ec. ec.*, Roma, 1839.
[16] La citazione è tratta da F. Rambelli, F. De Strobel, A. Bottiani, *Sul sistema di ricambio...*, cit. p. 9.

Nella pagina a fianco: *rarissima immagine della zattera ideata dal cav. Annesio Fusco nel 1827, attrezzata con campana subacquea basata sul modello di Halley e con una sua modifica al sistema di ricambio dell'aria, non più basato su barili di aria blindati ma su di una pompa pneumatica. Il congegno fu utilizzo per vari tentativi di esplorazione e recupero di quelle che allora si supponeva fossero le navi di Tiberio nel lago di Nemi.*

PARTE OTTAVA
I PRIMI BATTELLI SUBACQUEI

8.1. L'idea del sommergibile

Per molti aspetti la campana subacquea può paragonarsi a una mongolfiera che si solleva quando è più leggera dell'aria e atterra quando è più pesante: similmente la campana sale dal fondale quando è più leggera dell'acqua e vi discende quando è più pesante, variazioni di densità che in entrambi i casi possono ottenersi con lo scarico di zavorra. E come la mongolfiera anche la campana non era in alcun modo dirigibile, per cui quando non veniva sospinta dalla correnti si poteva muovere soltanto se trascinata dalle barche. Per decenni, valutatane di entrambe le insostituibili prestazioni si tentò di dotarle di un moto proprio, di riuscire cioè a farle spostare in modo autonomo anche orizzontalmente. Stando così le cose, non fu affatto casuale che, prima ancora dell'invenzione di un qualsiasi motore trasportabile, sia nel cielo che nel mare per l'una e per l'altra si ricorse all'elica quale organo di trazione, riscoprendo così una lontana idea ellenistica[1].

E l'elica aiutò a risolvere quella paralizzante limitazione: dalle mongolfiere derivarono perciò i dirigibili e dalle campane i sommergibili, inizialmente costituiti da battelli capaci quasi esclusivamente di immergersi, ma che a loro volta si evolveranno nei sommergibili ed infine nei sottomarini. Queste le tappe fondamentali di tale evoluzione dell'attività subacquea umana il cui prodromo può farsi risalire al XIII, quando Ruggero Bacone che non era sicuramente né un sognatore né un millantatore, accennò ad una imbarcazione capace di navigare sott'acqua, aderente al moderno sommergibile, scriveva:

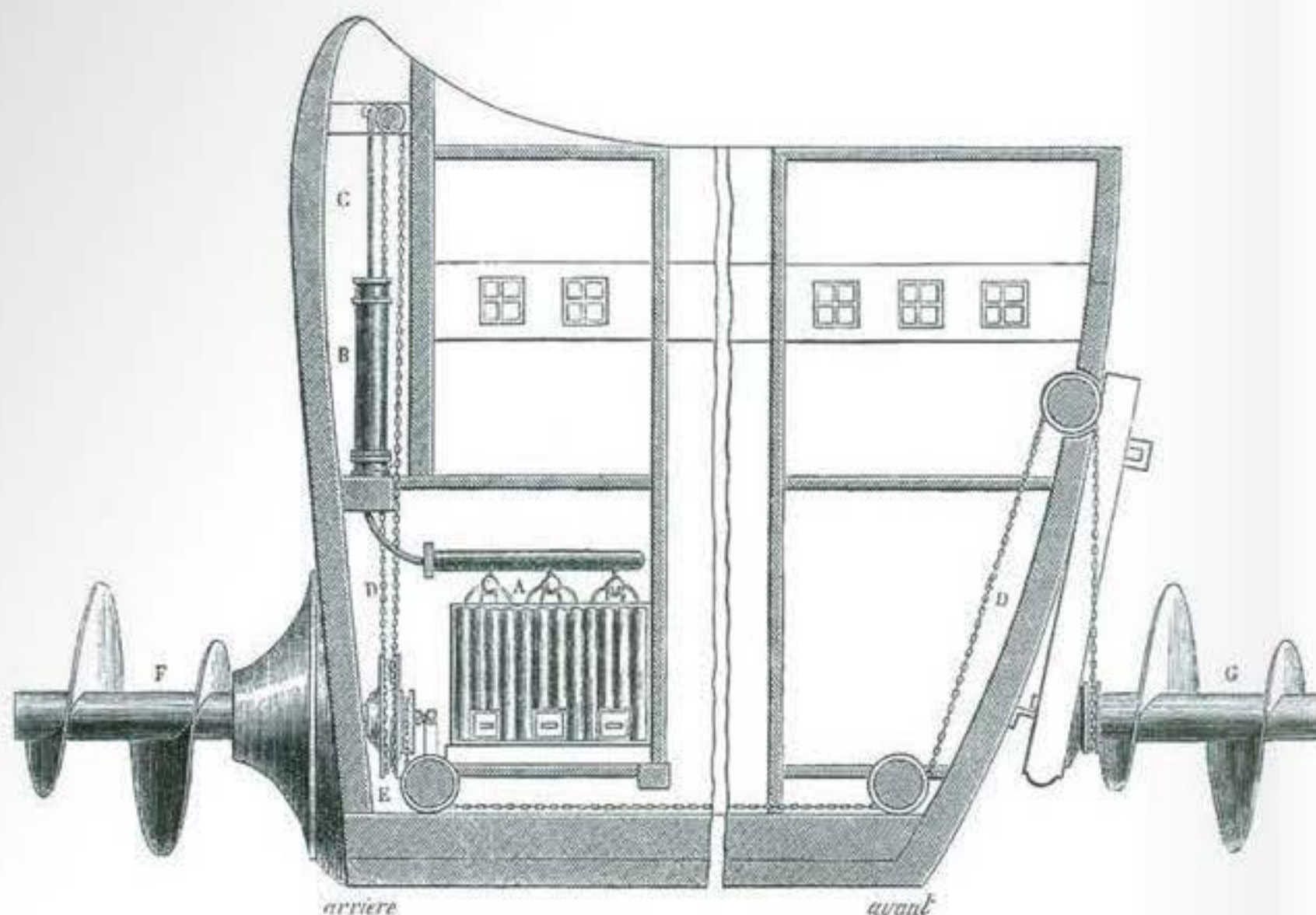
È possibile costruire macchine per navigare senza rematori, così che grandi navi fluviali e marine, possano muoversi controllate da un solo uomo più velocemente che se fossero piene di uomini... Si potrebbero anche costruire macchine per camminare nel mare o nei fiumi, scendendo sul fondo senza pericolo per il corpo... Queste cose furono costruite nell'antichità e sono costruite ai nostri tempi...[2]

Esplicito il riferimento a battelli, privi di remi, ma in grado di navigare nonché a battelli in grado di navigare sotto la superficie dell'acqua, posandosi sui fondali senza rischi per il corpo. Pura fantasia? Troppo semplicistico pensarlo, a meno di non considerarlo un vero profeta, capace di anticipare tutte le macchine che sette secoli dopo sarebbero realmente esistite! Significativamente, infatti, Bacone non elenca congegni assurdi ma macchine fin troppo concrete, e di tutte peraltro si dichiara diretto testimone, tranne che di una. E stupisce che quel suo assortimento meccanico ricompaia nei taccuini degli ingegneri tardo medievali e rinascimentali, quasi che fossero macchine risapute e ovvie, sebbene al momento non disponibili!

Il sottomarino, quindi, almeno presso i tecnici e in mera via teorica, non destava alcuna meraviglia e il sapere che qualcosa è possibile costituisce, da sempre, la premessa che lo divenga. Mutare una campana subacquea in un battello in grado di navigare in immersione, trasformandola cioè in antesignano sommergibile, creava un coacervo di problemi assolutamente ignoti nella navigazione tradizionale. Non erano neppure da immaginare vele o remi, né pertiche in grado di agire sui fondali: lo scafo per muoversi, oltre a dover essere assolutamente stagno e di peso variabile con un accorto dosaggio della zavorra, doveva poter contare sol-

[1] Sulle vicende evolutive dell'elica e sulla sua adozione come organo di propulsione aerea e marina, cfr. F. Russo, *In mezzo al mar vi son camin che fumano*, supplemento Rivista Marittima 2009.

[2] Da R. Bacone, *Epistola de secretis operi bus arti set naturae IV.*

Nella pagina a fianco: *disegno tratto da un codice di Guido da Vigevano (1280-1349). Si tratta di una primordiale idea di sottomarino.*

tanto sulla spinta di qualcosa di simile ad una pinna. E qui, dopo l'ingegnosa invenzioni dei remi dalla pala convessa da un lato e concava dall'altro -quindi idonei all'impiego subacqueo ovviamente trascurando i gravi problemi derivanti dalla tenuta stagna dei relativi fori di passaggio, si pensò all'elica o per meglio dire dapprima alla vite, forse a una coclea. Charles Dallery, 1754-1835, un ingegnere meccanico francese, il 29 marzo del 1803 ne brevettò una curiosa variante, che ricordava una vite a tre spire. Non fu in grado, però, di completare concretamente quella sua invenzione e la adozione dell'elica sulle navi fu rinviata di alcuni anni, per l'esattezza al 1807. Ma a quell'epoca sugli antesignani sommergibili già vantava un discreto stato di servizio.

8.2. Il sommergibile di William Bourne, 1578

Per la storia, e soprattutto per la Royal Navy, fu un suo artigliere, tal William Bourne, o anche Bourne di Gravesend, 1535-1585, il primo inventore del sommergibile: coincidenza emblematica che l'anno della sua nascita sia proprio quello della prima ricognizione subacquea compiuta dal De Marchi! Da un punto di vista strettamente tecnico il suo battello insisteva su un diverso criterio informatore rispetto agli attuali: la variazione di densità è ottenuta mutando il volume delle casse allagabili collocate sui fianchi dello stesso! Allo scopo stando allo schema del 1578 pervenutoci, e pubblicato in suo libro[3], il battello era una struttura di legno rivestito di cuoio, ermeticamente chiusa, in grado perciò di immergersi imbarcando acqua in alcune casse a soffietto, la cui mobilità era ottenuta con speciali remi a pala asimmetrica. L'emersione si otteneva

[3] Cfr. W. Bourne, *Inventions Or Devices*, manoscritto autografo del 1578, disponibile in formato elettronico sulla piattaforma internet dello Schoenberg Center for Electronic Text & Image, Università della Pennsylvania, Stati Uniti.

In alto: *il progetto dell'elica di Chares Dallery.*
Nella pagina a fianco: *disegni tecnici del sommergibile di William Bourne, fine del XVI sec.*

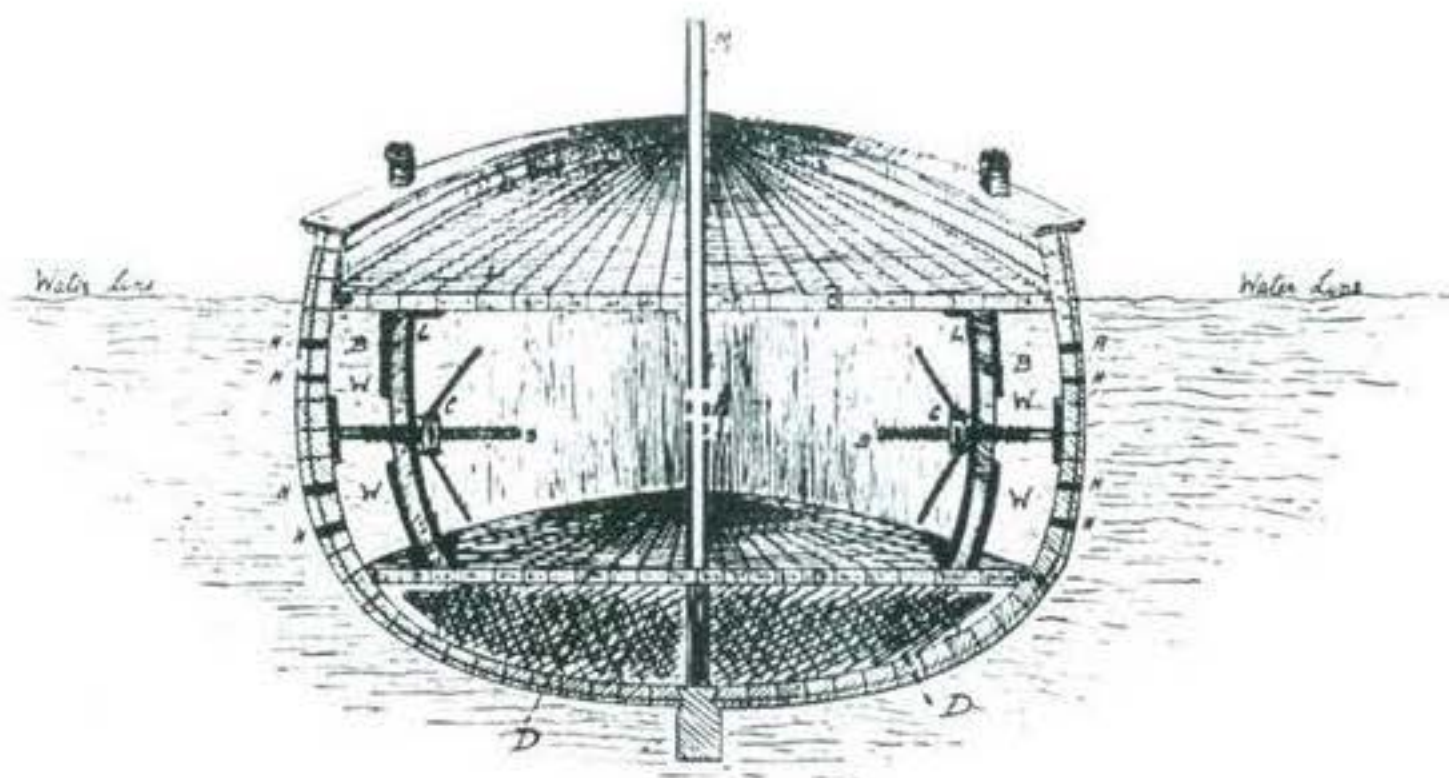



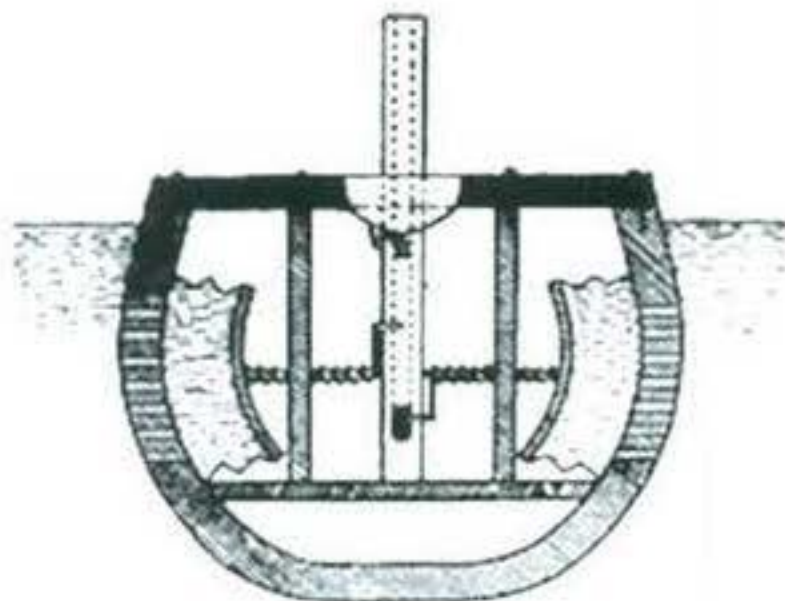
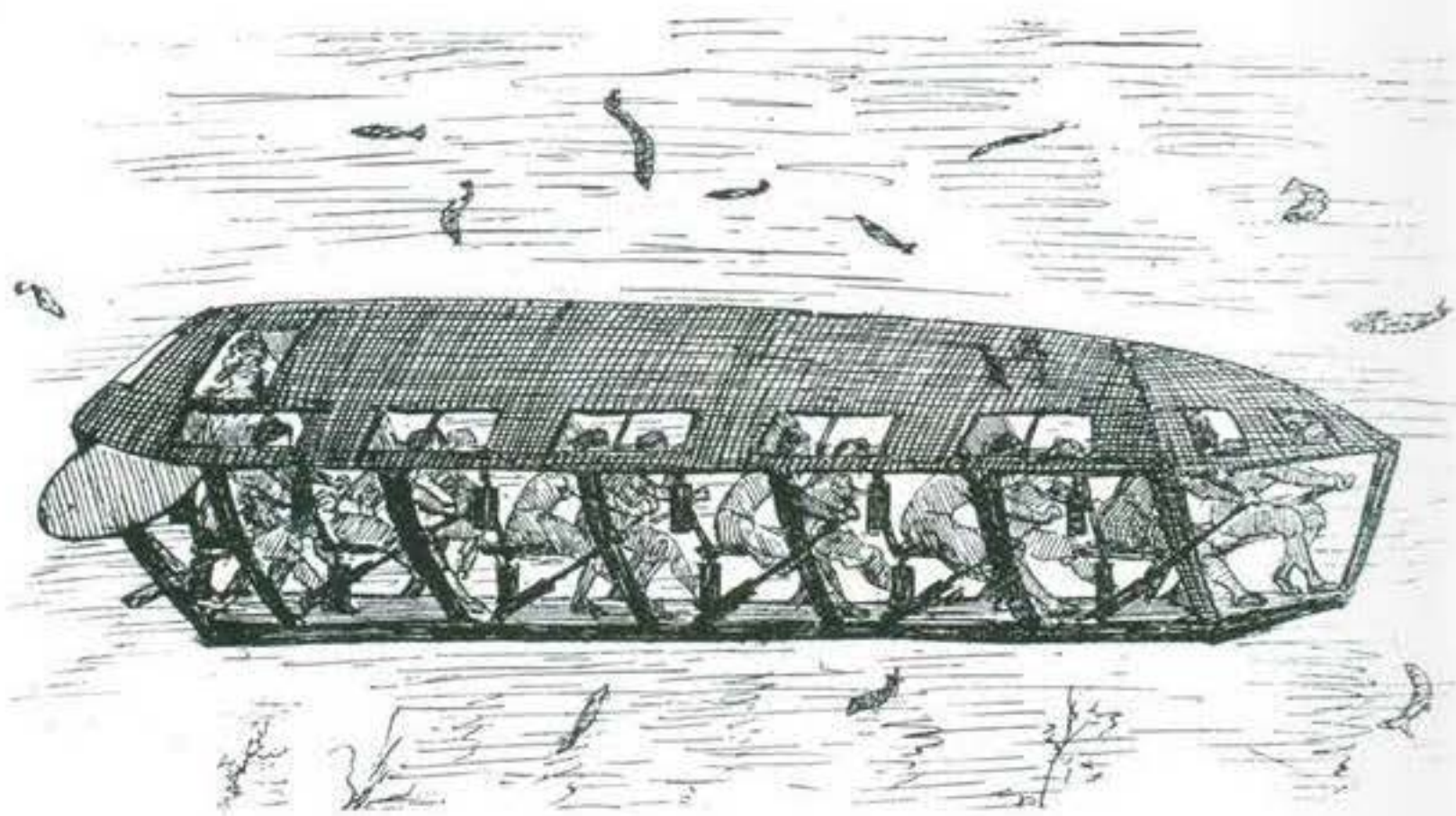
FIG. 3A.—*BOURNE'S SUBMARINE BOAT*, 1578.

A.—Air Holes.
B.—Bulkhead which is screwed in and out.
C.—Capstan for screwing Bulkhead in and out.
D.—Ballast.
H.—Inlet Holes for Water.
L.—Leather.
O.—Orlop.
M.—Hollow Mast for Air Supply.
W.—Space occupied by Water when Craft is submerged
S.—Screws.

agendo su delle leve che spingendo verso l'esterno i soffietti ne scacciavano l'acqua.

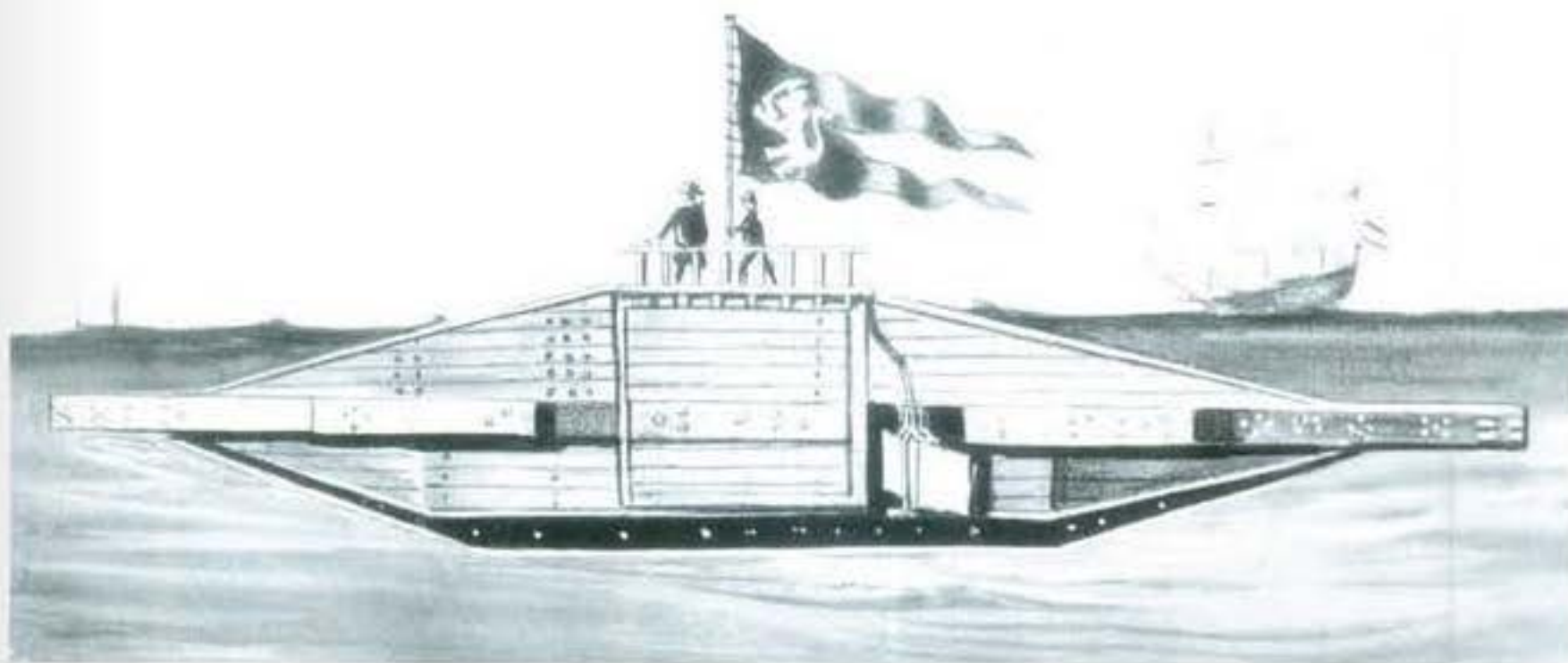
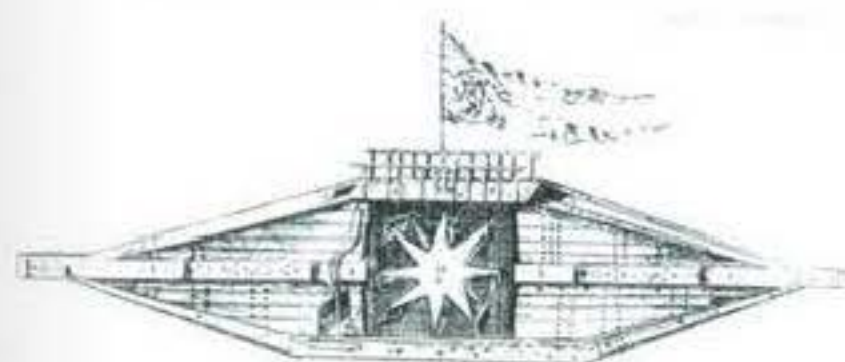
L'idea, per quanto è dato appurarne, non trovò alcuna concretizzazione immediata: forse solo una ventina di anni dopo, nel 1605, qualcosa del genere fu effettivamente costruito e la sperimentazione si concluse tragicamente. Il piccolo battello, appesantito dalla zavorra, rimase certamente bloccato nel fango del fondo del Tamigi e non riuscì più ad emergere.

8.3. Il sommergibile di Cornelius van Drebble, 1620

L'idea che un battello sottomarino potesse muoversi a remi, sia pure modificati, come una normale nave di superficie, riuscì a trovare un altro convinto sostenitore nell'olandese Cornelius Drebbel, 1572-1633. È ritenuto, infatti, se non proprio l'inventore di certo il primo progettista e costruttore di un sommergibile che realmente navigò immerso nel Tamigi nel 1620, sia pure per un breve tratto.

Diversamente dal Bourne, van Drebble possedeva una indubbia preparazione culturale avendo studiato sia le materie umanistiche che scientifiche, e viene ricordato anche come medico, oltre che come architetto e ingegnere. Da un determinato momento in poi fu un valente costruttore di telescopi avvalendosi di importanti protezioni, ma perduti i suoi sostenitori trascorse in povertà l'ultima parte della vita.

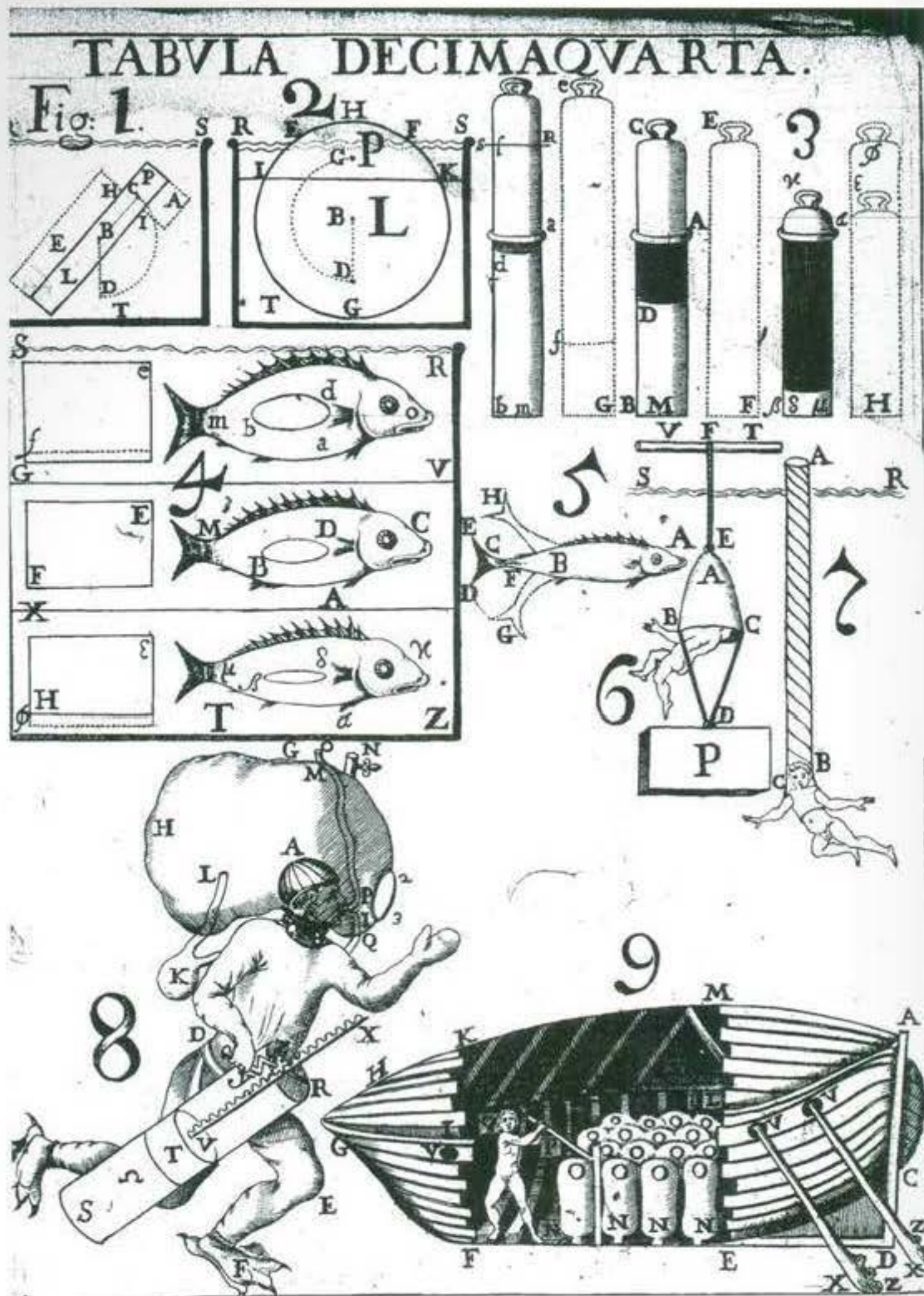
Relativamente allo sviluppo del sommergibile sappiamo che, tra il 1620 ed il '26, Drebbel costruì un battello in grado di navigare sott'acqua, verosimilmente ad una profondità non maggiore di 3-4 m, e lo sperimentò nel Tamigi dinanzi al re Giacomo I d'Inghilterra. Le caratteristiche di quel prototipo sono abbastanza semplici da descrivere, potendosi ritenere una sorta di barca a remi interamente rivestita di cuoio, con un piccolo portello d'accesso, debitamente ingrassato per aumentarne l'impermeabilità. Due coppie di remi asimmetrici, muniti di cuffie, anch'esse di pelle e fungenti da guarnizioni sull'estradosso dello scafo, garantivano la propulsione e una corda, con i due passaggi nello scafo sempre a tenuta, azionava il timone. Al ricambio d'aria per l'equipaggio provvedevano alcuni snorkel, che permettevano perciò il protrarsi delle immersioni per varie ore.

Secondo alcune testimonianze a quel primo esemplare seguirono due altri prototipi, di maggiori dimensioni ma identici sotto il profilo squisitamente tecnico, che avrebbero consentito immersioni fino a 12-15 m a una delle quali, stando a una diffusa tradizione, sembrerebbe aver preso parte lo stesso sovrano. Alla Royal Navy, comunque, quel curioso battello non interessò minimamente.

Nella pagina a fianco: *in alto, la prova del sommergibile progettato da van Drebbel nel Tamigi, 1628; in basso, il sommergibile in un disegno del progettista, in navigazione con l'equipaggio al suo interno.*
In questa pagina: *immagini del sommergibile progettato nel 1654 dal tecnico francese De Son e conosciuto come il "Rotterdam Boat".*

8.4. Il sommergibile di Giovanni Alfonso Borelli, 1680

Giovanni Alfonso Borelli, 1608-1679, nacque probabilmente a Napoli da un militare spagnolo e da una certa Laura Borelli. Compì i suoi studi a Roma, insegnando dapprima matematica a Messina nel 1649, quindi a Pisa nel '56 ed infine a Roma, dove trascorse i suoi ultimi anni, entrando della cerchia di Cristina di Svezia e fondando l'*Accademia dell' Esperienza* più nota come *Accademia di Fisica e Matematica*. In un suo celebre trattato di fisiologia animale, *De Motu Animalium*, edito nel 1680, illustra in dettaglio un'ennesima muta da subacqueo realizzata con pelle di capra, integrata da un otre -del tipo dell'antico assiro- con funzione di riserva di aria compressa, da una

TABVLA DECIMAQVARTA.

Fig: 1.

sorta di specchietto retrovisore, per poter vedere in ogni direzione, e da una pompa pneumatica azionata con le mani per variare la pressione dell'aria, calzando i piedi in antesignane pinne. Al disegno segue una accurata esposizione del suo progetto di sommergibile, da lui definito in latino *navis urinatoria*. Il battello, ricalcava per molti aspetti quello sperimentato dal Bourne e dal van Drebble, a partire dalla casse a soffietto del primo, alla propulsione a remi del secondo: in ogni caso si tratta di un progetto che non ebbe mai concreta attuazione.

Questa la sua descrizione in un facile latino:

Navis urinatoria fabrica, et usus exponitur

Postquam ostendimus, quod hommes in loco undique clauso vivere possint per breve tempus, respirando eundem aerem ibidem contentum, gui si renovetur eodem artificio, propositione 223 expofito, non erit difficile navem undique tectam, ad instar cubiculi,efformare,quae pariter, ut pifces, possit immota permanere in medio profunditatis aquae; & si velimus, eam movere poterimus sursum, et deorsum, e lateraliter.

Artificium erit simile praecedenti, quo nimirum navis occupando in aqua spatium se ipsa aequale magis, aut minus potest sponte, ad instar piscium, quiescere in medio profunditatis aquae, aut ad fundum descendere, vel versus superficiem supremam elevari. Hoc fiet, si navis ACEG fundum EF perforatum fuerit in N N N; e utres caprini ON, ON, & c. in navi contenti prono ore N aptentur, ut orificium cujus libet utris N minutis clavis, figacu, aut funiculis circa interna labra prominentia foraminum stricte alligentur, ut aqua per foramina ingressa ventrem cujus libec utris replere possit , & nequeat per futuras, aut per interstitia clavorum intra navem exstillare, aut diffluere.

Facta tali praparatione, patet, quod, quando omnes utres ON, ON in ventre navis contenti, aqua repleti sunt, tunc quidem navis minus spatii in aqua occupat, quam prius, & quam sit moles navis. Et proinde gravior specie in ipsa aqua reddita est; ideoque descendet navis ad fundum non secus, ac saxum: at si compressis utribus (vecte PO, vite, aut alio modo) aqua per foramina N N extra navim ejiciatur, tunc navis maius spatium in aqua occupabit,quam prius, & transibit per aequilibrium, & tunc quiescet in medio aquae; si vero deinceps levior ipsa aqua efficiatur, sursum ascendet.

In tali porro navi aptari possunt remi XX, duplici pelle caprina ad foramina lateralia V, V, claviculis annexa, & stricte circa remos alligata, ut aquae ingressum in navi prohibeant: & hisce remis, ad instar pedum, navis parum in aqua gravitans poterit impelli & promoveri, in nixis vectibus remorum fuper fundum arenosum. Immo possumus alternatim eam leviorem ipfa aqua reddere, quando sublevata passus conficere debet.

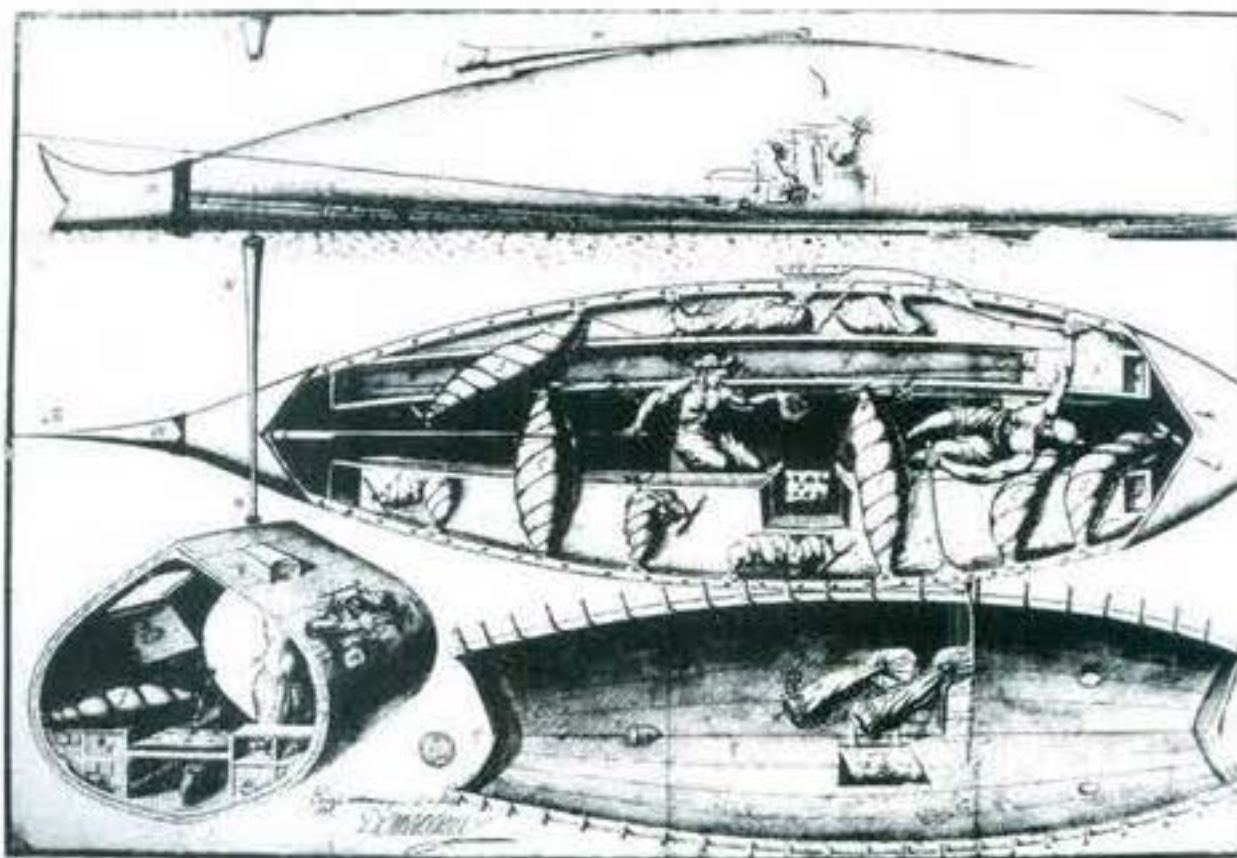
Pro motu vero trasversali, remi habere debent palmas ZZ flexibiles, similes pedibus anserum & rana rum, ut ampliari possint solummedo, quando aquam retrorsum impellunt; & à remis laterali bus, sed ab unico solo remo flexibilis, & resiliente palmato, in puppi posito, à cuius vibrazioni navis sicuti piscis à cauda impulsi per aquam commmodius incederit poterit.

FINIS PARTE PRIMAE[4]

8.5. Il sommergibile di Jean Baptiste Charbert, 1689

Pochi anni dopo la pubblicazione del libro di Borelli, per l'esattezza nel 1689, anche un capomastro di un arsenale francese, dove si costruivano le galere reali, tal Jean Baptiste Charbert, progettava un suo battello sommergibile. La sostanziale e profetica diversità dai precedenti non si scorge nella concezione, in sostanza più o meno sempre

[4] Da A. Borelli, *De Motu Animalium*, Roma 1680, parte prima pp. 227-228.

Nella pagina a fianco: *una delle tavole dell'opera del Borrelli, relativa alla strumentazione di un sommozzatore e ad un sommergibile.*
Sotto: *il sommergibile con sagoma a guisa di pesce, ideato da Charbert.*

la stessa, ma nella destinazione. Stando al suo inventore, infatti, era da considerarsi una nave da guerra, destinata ad affondare insidiosamente quelle tradizionali di superficie. Strutturalmente con la sua sezione a goccia e la coda biforcuta ricordava un grosso cetaceo: sul dorso un lungo snorkel ripiegabile, in assetto orizzontale per la navigazione in affioramento e verticale per quella in immersione. La propulsione era sempre fornita dai remi, con le solite guarnizioni ai fori di attraversamento dello scafo, mentre la variazione di peso da sacche in pelle piene di acqua che con una adeguata pressa potevano essere svuotate, come pure in sacche in pelle erano le riserve di aria. Il progetto ancora una volta non conobbe alcuna realizzazione.

8.6. La bara sottomarina di John Day, 1774

Di John Day s'ignora la data di nascita, verosimilmente negli anni '40 del XVIII secolo, ma si conosce con assoluta esattezza quella della morte il 22 giugno del 1774, essendo la prima vittima accertata a bordo di un sommergibile! Il Day era un falegname carradore, che per ragioni ignote da un certo momento in poi della sua vita si interessò ai battelli sommergibili. Affermava, a ridosso degli anni '70, di averne costruito uno col quale si era immerso ad una decina di piedi di profondità, trascorrendo sul fondo 24 ore. Forse in base a quel reale o millantato successo, il Day chiede e ottiene un finanziamento di 350 sterline da un certo Christopher Blake, per costruire un sommergibile più grande, che l'ingegnoso falegname pensa di ricavare da una vecchia imbarcazione, uno sloop di nome Maria, dopo averla debitamente modificata e, soprattutto, ampiamente zavorrata.

La zavorra, infatti, costituisce la componente più innovativa del suo progetto: almeno 10 tonnellate nella stiva, oltre due pesi per altre 20 tonnellate, fissati sotto la chiglia, pesi questi ultimi che presumibilmente determinavano la discesa del battello ma che, una volta sul fondo, dopo alcune ore di permanenza avrebbero dovuto essere sganciati in modo da provocarne l'emersione. Emersione agevolata da un discreto numero di botti vuote poste anch'esse nella stiva. Intorno alla prova in acqua, si accendono le scommesse, attizzate dallo stesso Blake, che va affermando che quello strano aggregato, dipinto di rosso, è in grado di scendere fino ad una quarantina di metri, restare a quella profondità almeno 12 ore, per poi risalire senza alcuna difficoltà o danno.

Il 22 giugno il Day si immerge, nelle acque a nord dell'isola di Drake a Plymouth Sound: ha con se una candela, dell'acqua potabile e dei biscotti, per rendere le ore sul fondo meno penose. Ma i suoi calcoli sono completamente errati: il battello scende, ma non risale né dopo 12 ore né mai più! Forse si schiantò scendendo inadeguato a sopportare la pressione o, forse, adagiatosi sul fondo non riuscì a sganciare i pesi, restandovi per sempre. La morte per Day dovette pertanto sopraggiungere, subito se per schiacciamento, nel giro di alcune ore se per ipotermia, in oltre una giornata se per asfissia; la sua rossa bara non è mai stata ritrovata.

Sotto: *disegni di progetto del sommergibile di John Day, 1774.*

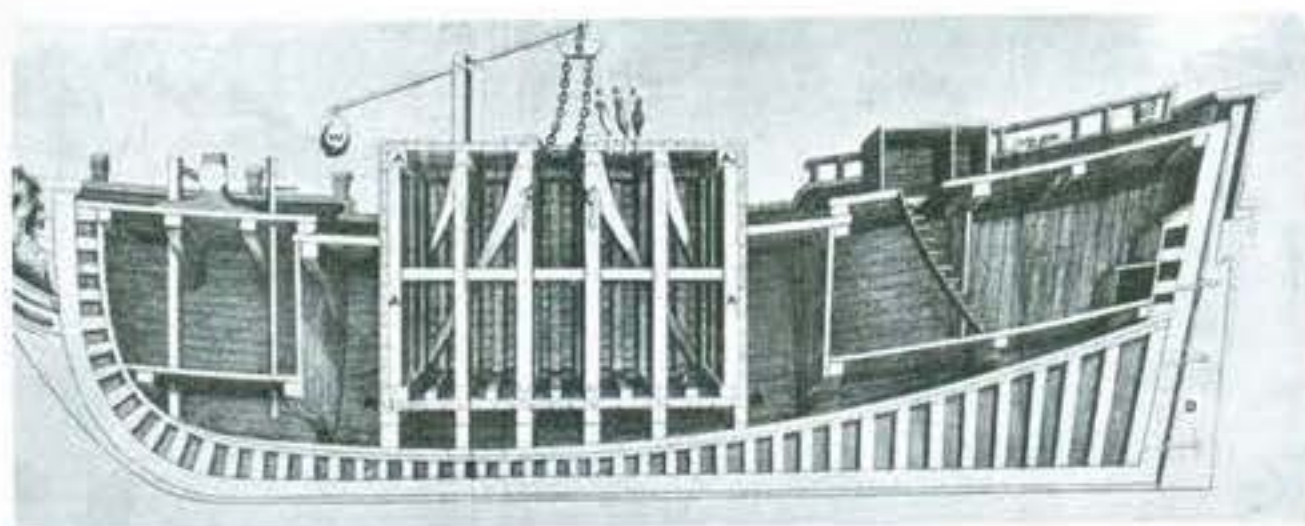



PLATE 6.—*DAY'S SUBMARINE*, 1773.

A, A.—Air Chamber
B.—Cover for Air Chamber Opening.
W.—Counterpoise for Cover B.
C, C, C.—Coloured Buoys for Signalling Purposes.
D.—Vertical Rudder.

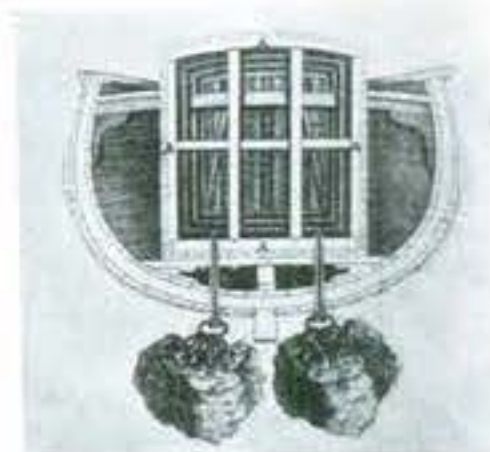
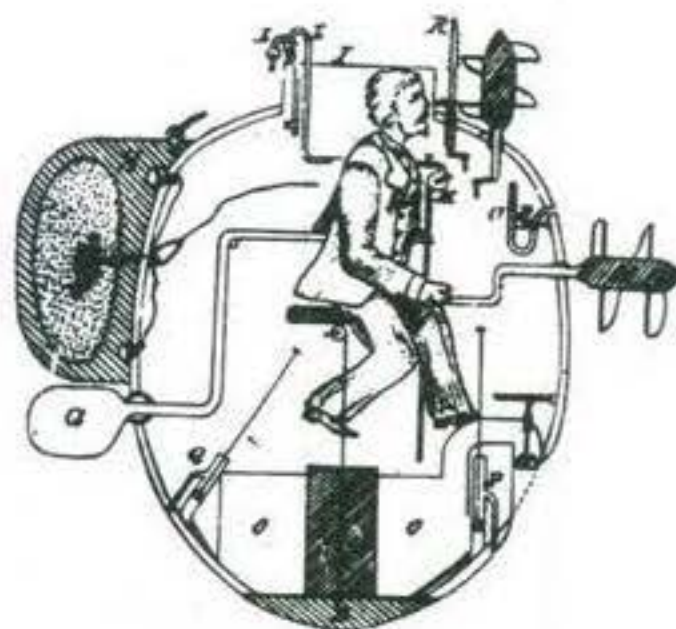
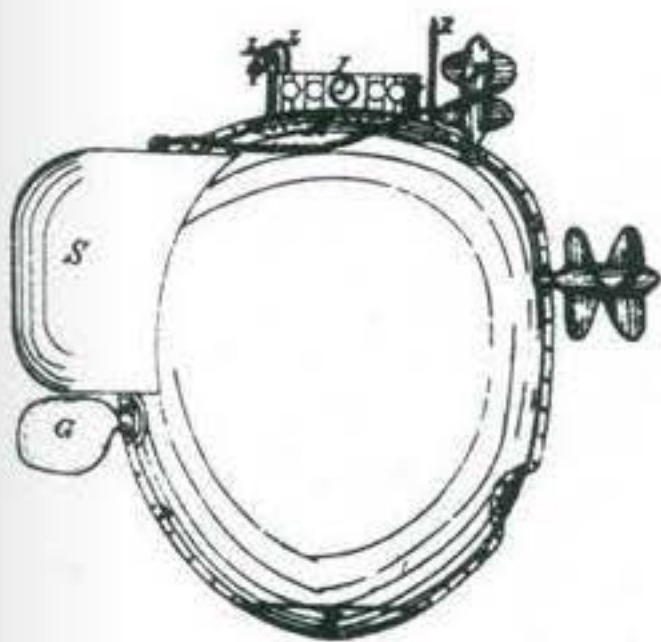
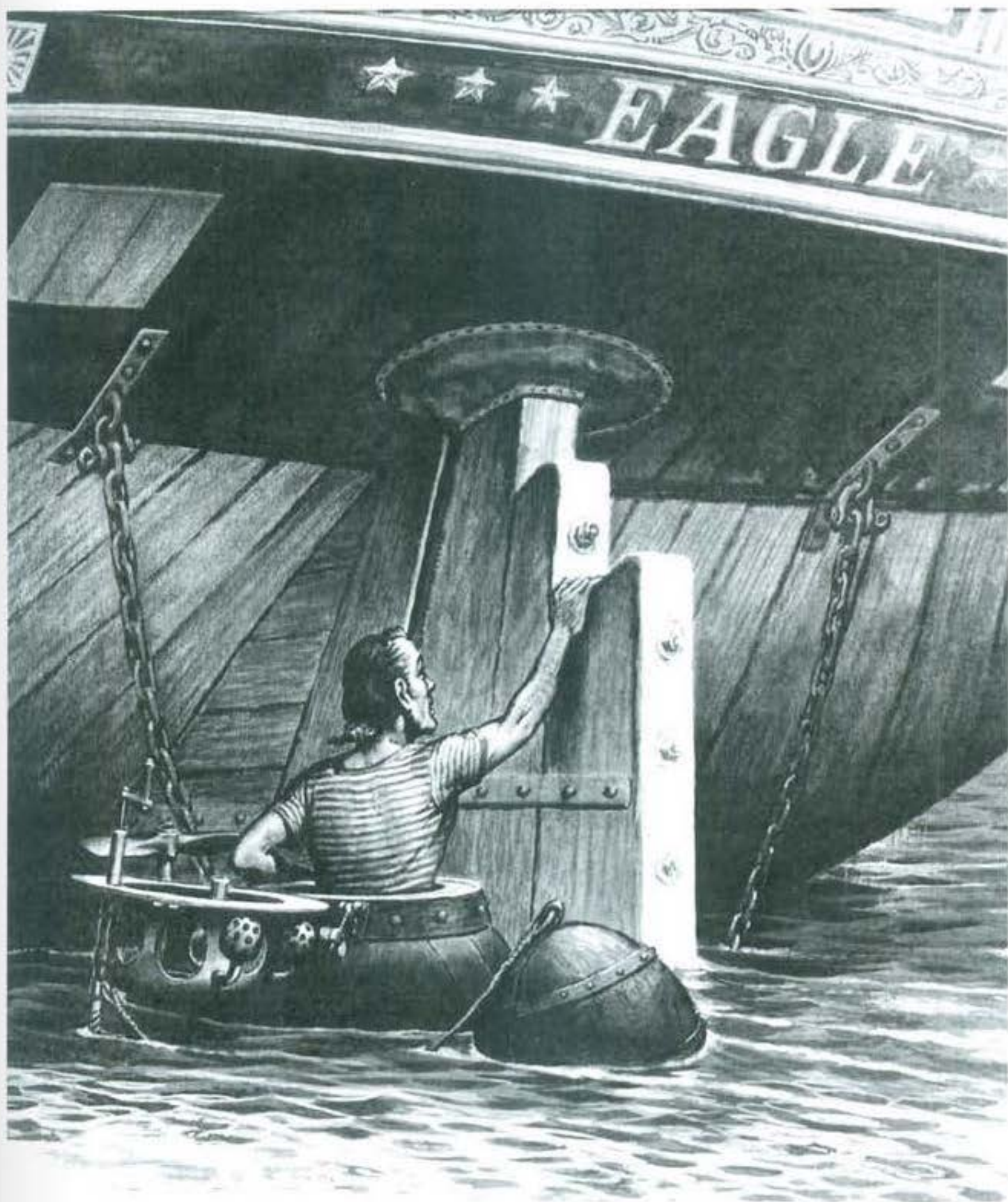
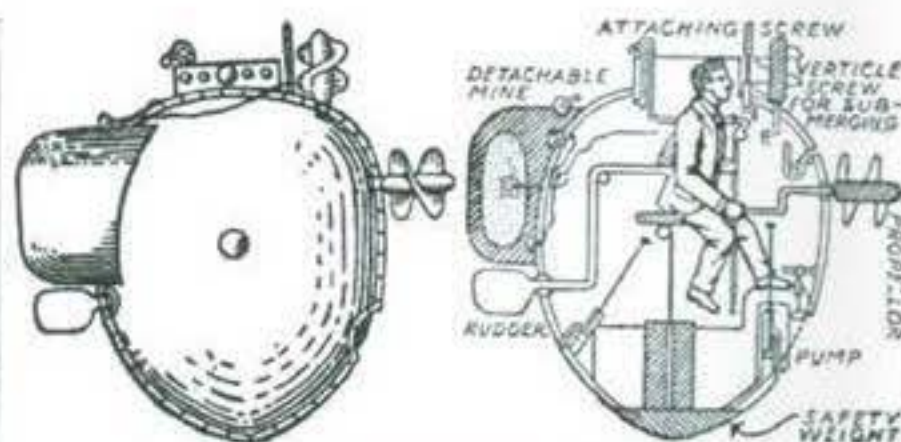
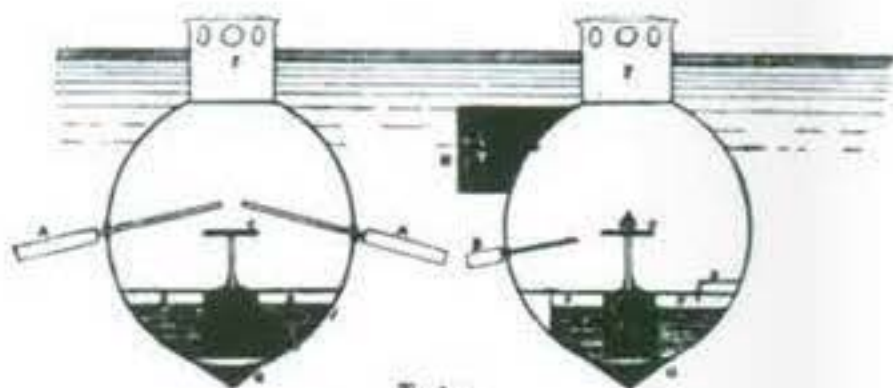



PLATE 7.—*DAY'S METHOD OF SUSPENDING STONE BALLAST.* K K

8.7. Il sommergibile di Bushnell, 1775

La tragica fine del Day, certamente presto risaputa nel settore, non scoraggiò i cultori della nuova disciplina navale, tant'è che appena un anno dopo tra il 1775-76 un americano, David Bushnell, 1742-1824, si cimentò nella costruzione di un nuovo sommergibile. In precedenza aveva studiato presso la Yale University, dove nel 1775 intraprese la costruzione del suo battello. Per molti aspetti quel prototipo, dalla curiosa forma a uovo, che il suo ideatore battezzò *Turtle*, Tartaruga andrebbe considerato il vero progenitore del moderno sommergibile avendone le caratteristiche basilari, prima fra tutte la mobilità assicurata da una rivoluzionaria elica a vite senza fine. Il suo scafo monoposto fu realizzato con spesse doghe di quercia, ulteriormente rinforzate da piastre di acciaio bullonate. L'accesso avveniva dalla parte sommitale, interamente metallica, munita di una embrionale torretta con quattro piccoli oblò e due sottili tubi snorkel. Una coppia di pompe a stantuffo azionate da leve a mano, servivano a variare la quantità di acqua di zavorra in una apposita cassa ricavata sul fondo dell'abitacolo. Sopra il timone, collocato quasi in corrispondenza del suo equatore, stava fissata una torpedine che poteva essere liberata ed innescata dall'interno del battello. Due eliche consentivano i piccoli movimenti orizzontali: le eliche erano a vite senza fine, sebbene in alcuni disegni siano rappresentate a due palette, anch'esse azionate tramite apposite manovelle.

Fig. 4.—*BUSHNELL'S SUBMARINE SHOWING INTERIOR.*

a.—Screw to which Magazine was attached.
b.—Magazine.
c.—Screw-shaped Oar for going ahead or astern.
d.—Screw-shaped Oar for forcing the Boat under water.
e.—Rudder.
p.—Pumps.
T.—Water Ballast Tanks.
s.—Seat for Operator.

Sotto e a fianco: *disegni tecnici del sommergibile di Bushnell.*

Le dimensioni, le connotazioni e le prestazioni della Tartaruga possono così riassumersi:

-altezza circa 1.8 m
-larghezza 0.9 m
-peso del piombo di zavorra 91 kg eventualmente scaricabile
-durata aria a bordo circa 30 minuti
-velocità in acque calme circa 5 km/h

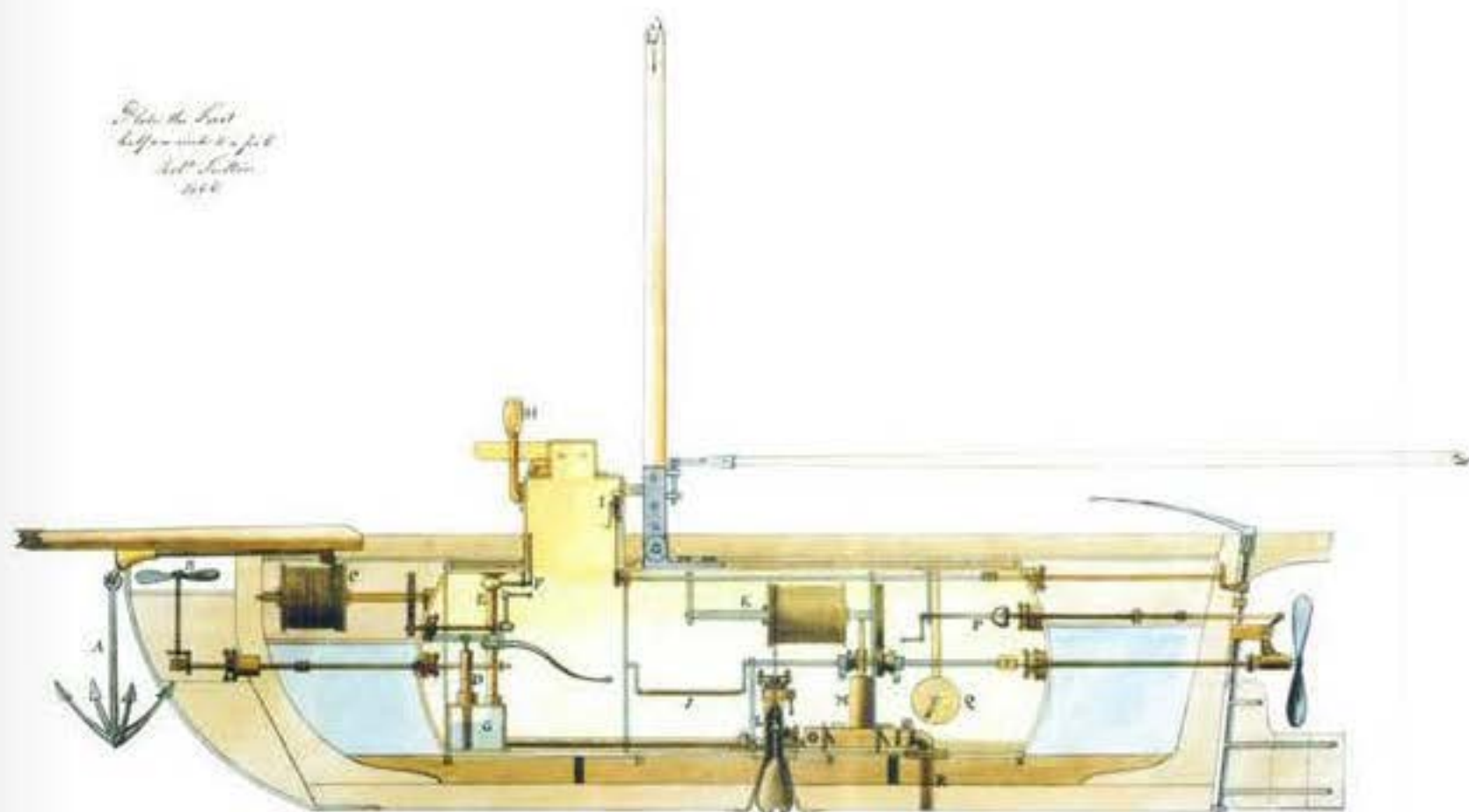
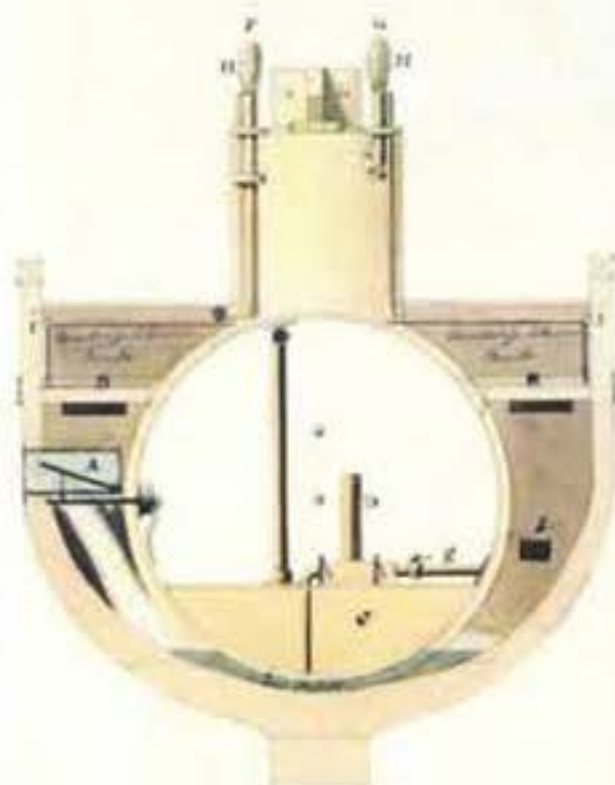
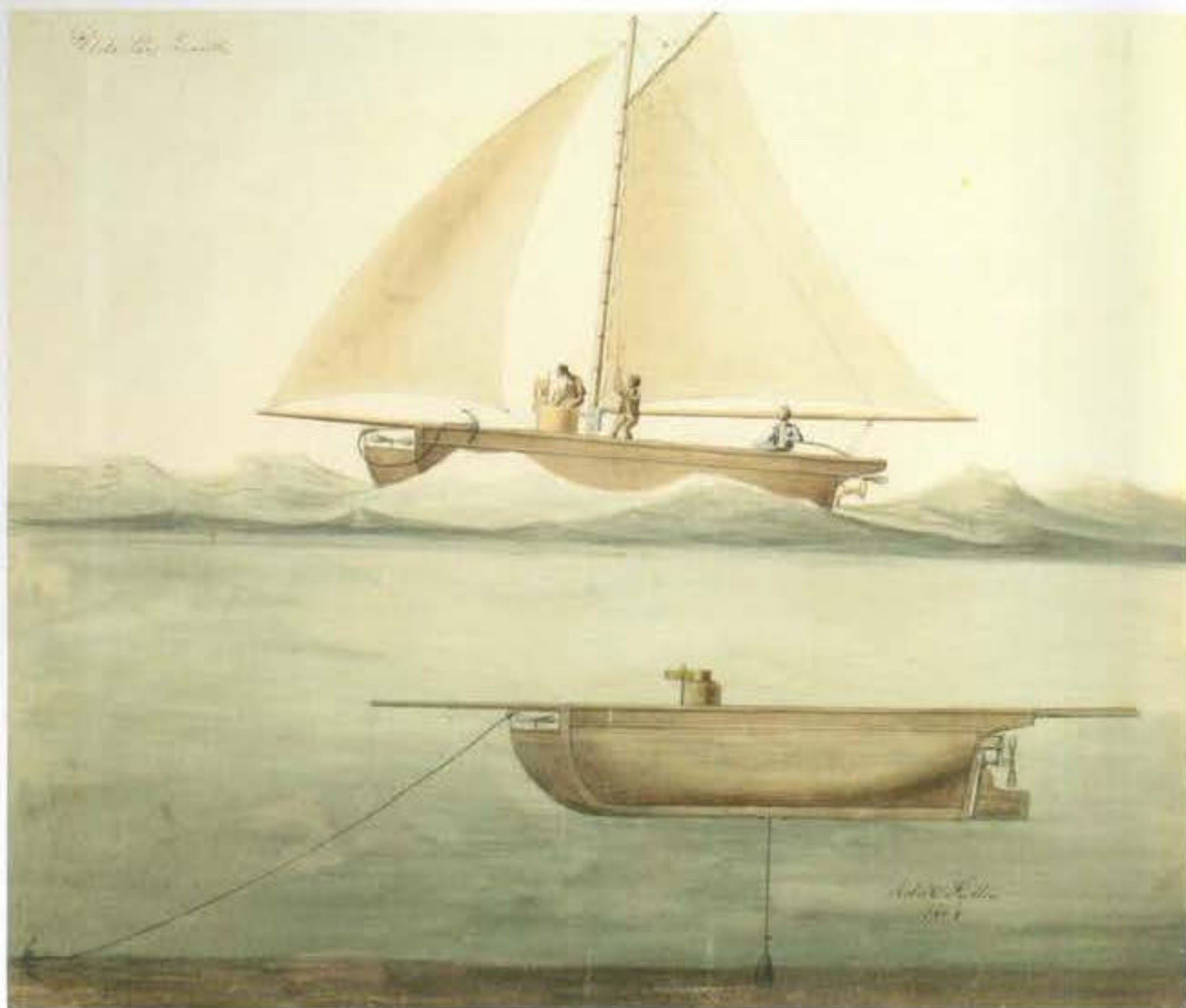
Gli oblò della torretta oltre a garantire una discreta visibilità consentivano una sufficiente illuminazione di giorno, mentre di notte si ricorse alla bioluminescenza emessa da un fungo, per evitare qualsiasi consumo superfluo di ossigeno.

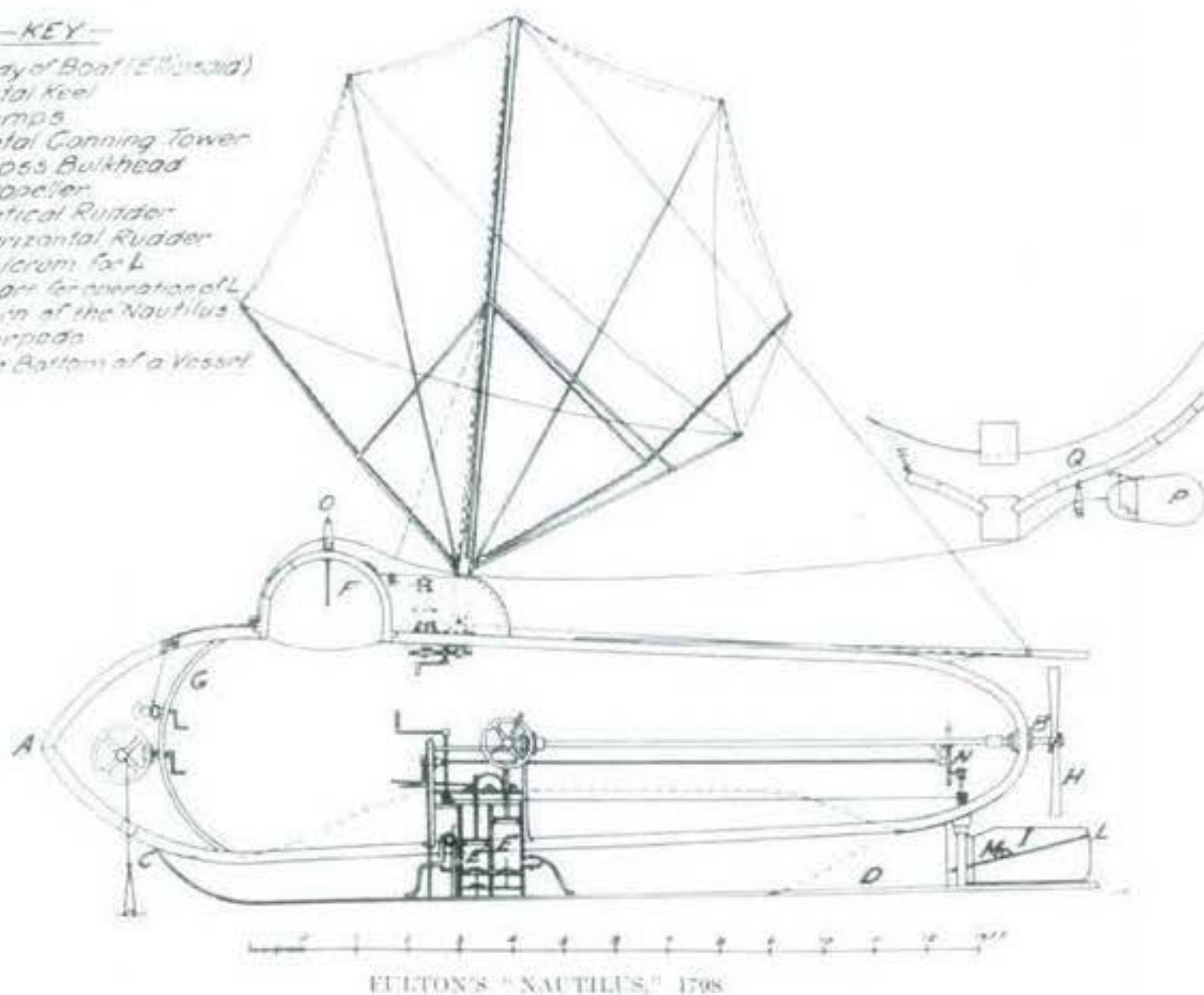
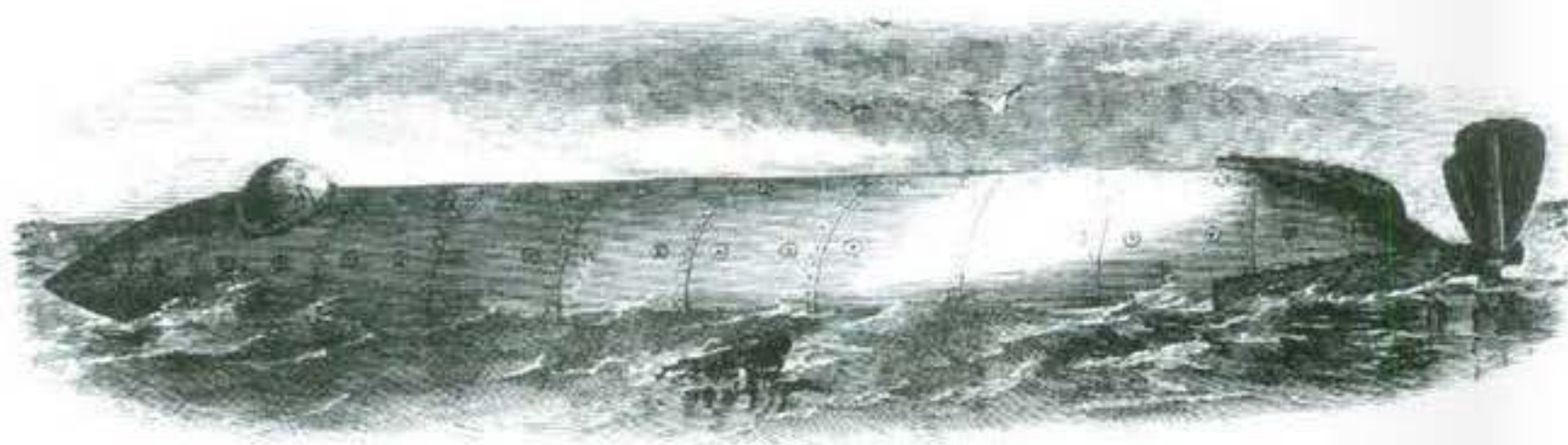
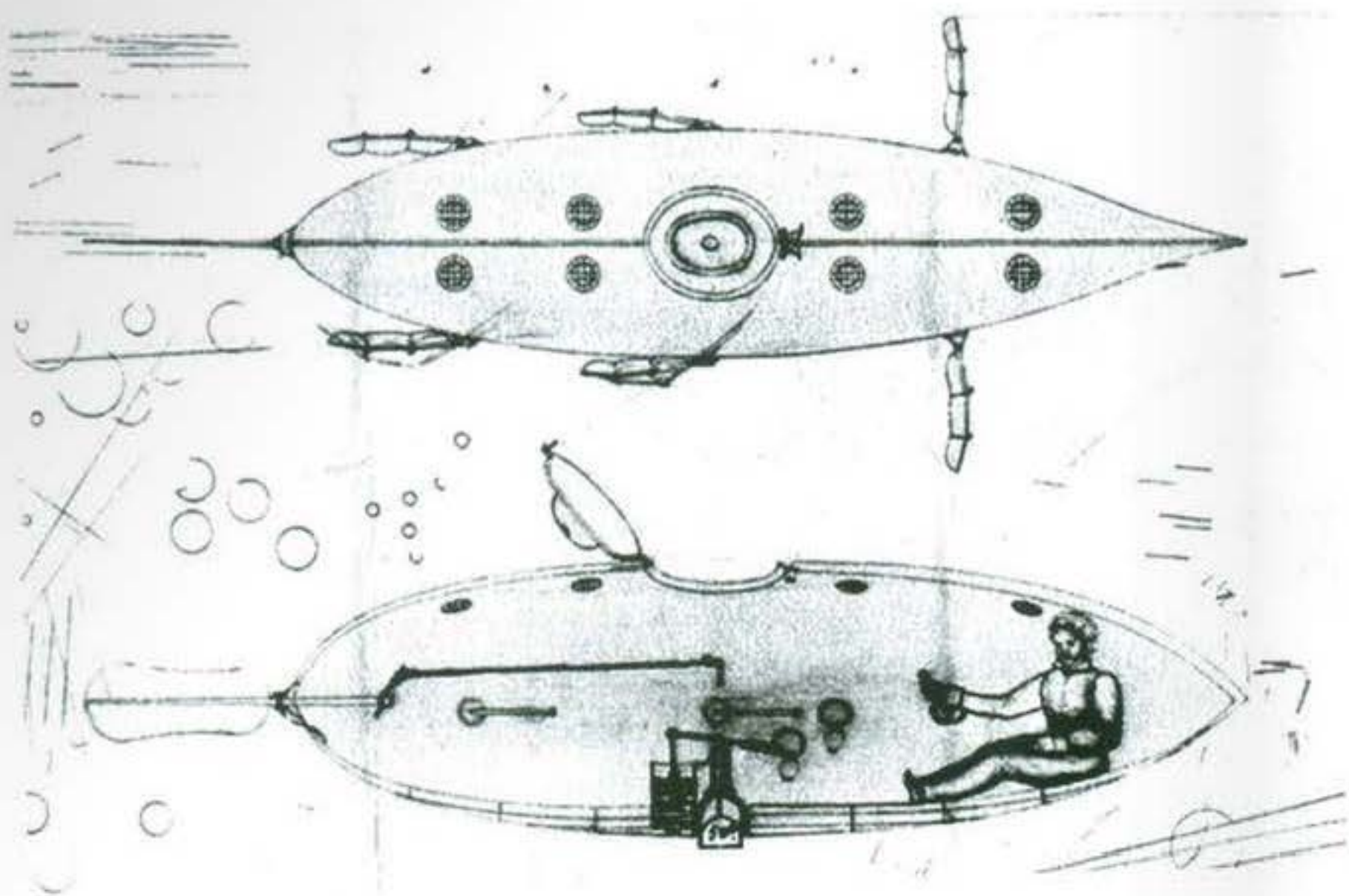
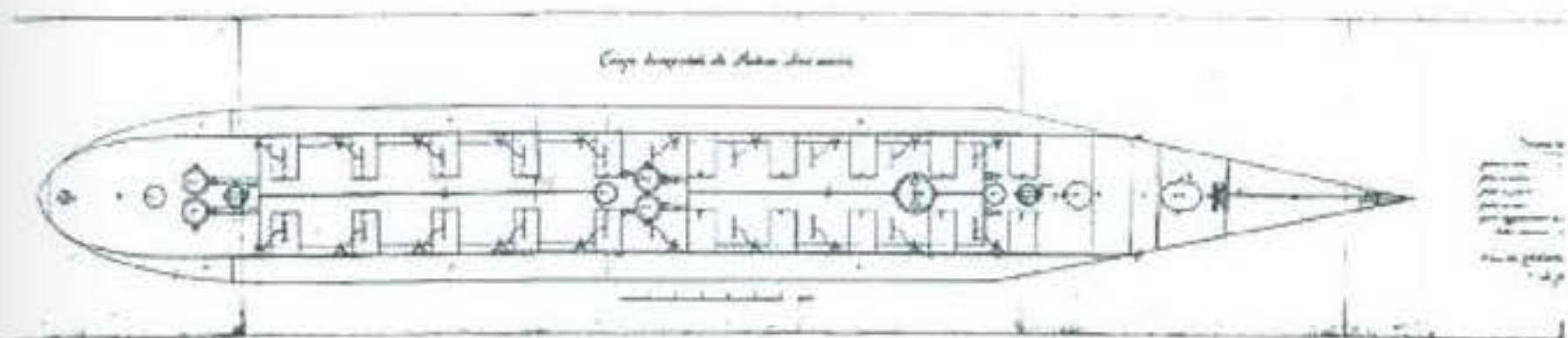
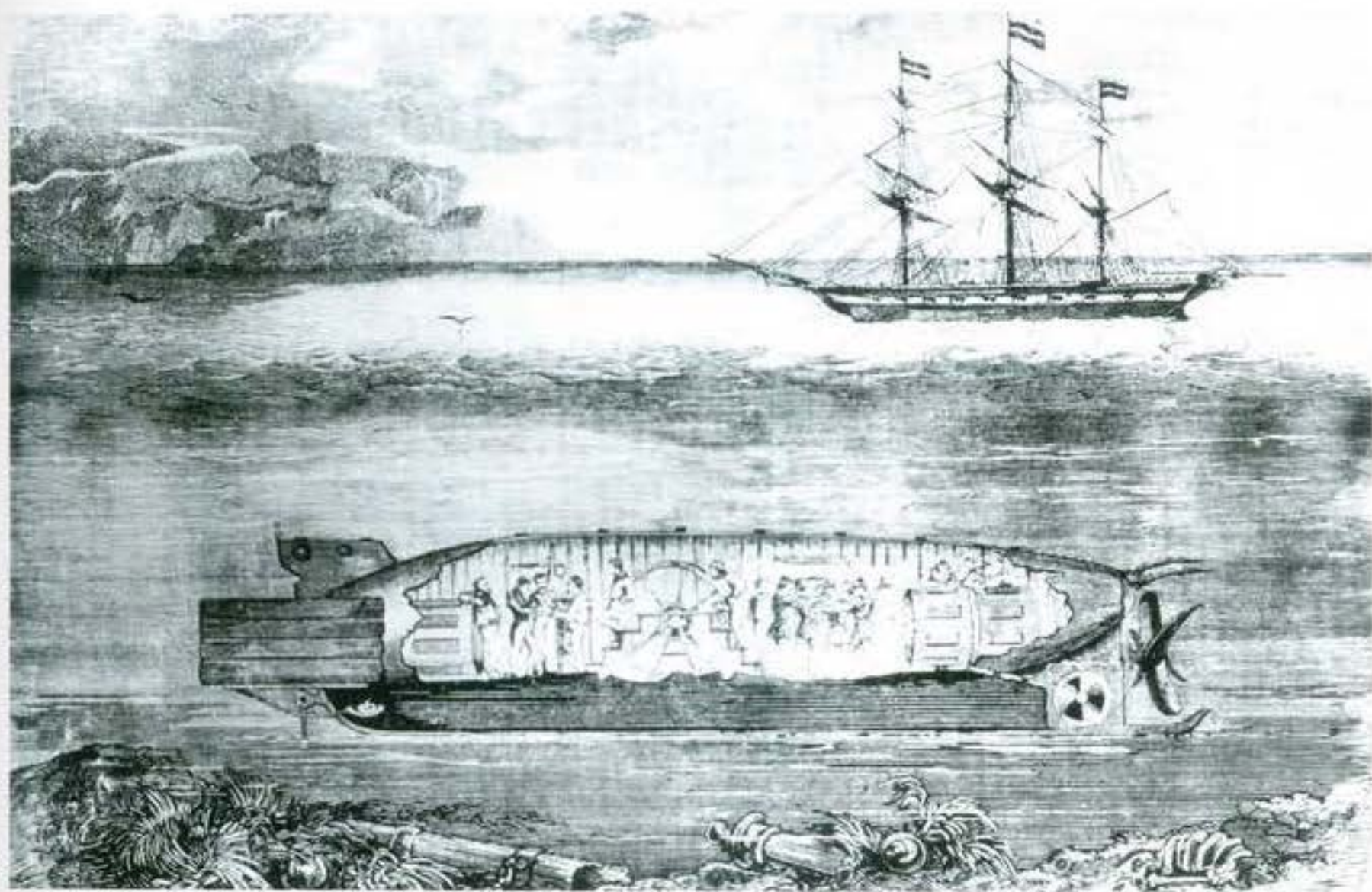
Quel curioso barile ovoidale fu il primo sommergibile militare della storia, costruito per collocare cariche esplosive sotto le navi nemiche. I molteplici tentavi effettuati nel porto di New York contro navi britanniche, però, fallirono tutti inesorabilmente. Memorabile, in particolare, quello effettuato nel 1776 nel corso della guerra di Indipendenza Americana, dal sergente Ezra Lee, che cercò di far saltare in aria la nave britannica Eagle fissandole la torpedine alla carena, prima carica di esplosivo subacquea trasportata, con brillamento a orologeria anch'essa invenzione di Bushnell. Il tentativo, come accennato, non riuscì, ma il battello tornò indenne alla base confermando, se non altro, la validità dell'elica, e la genialità dell'inventore che fu pertanto decorato da George Washington.

Sopra e nelle pagine precedenti: *disegni tecnici e ricostruzione di scena di impiego del Turtle.*
Nella pagina a fianco: *sezioni del sommergibile di Fulton.*

8.8. Il sommergibile di Fulton, 1801

Il nome di Robert Fulton, 1765-1815, è legato alla navigazione a vapore e, in speciale modo, alla sua Clermont , la prima imbarcazione a vapore che, mossa da una motrice dalla inusitata potenza di 18 cavalli solcò il fiume Hudson nel 1807. A partire dal 1783 l'inventore si interessò anche di sommergibili e tra il 1793 ed il 1797 ne progettò uno funzionante, che realizzò in quello stesso '97 investendovi una cospicua quantità di denaro e a cui diede il nome Nautilus. Quel nome nel 1870 sarà cooptato da Giulio Verne per il mitico sottomarino del capitano Nemo, e sarà pure apposto al primo sottomarino nucleare statunitense, USS 571, varato il 21 gennaio 1954.

Superate positivamente le prove di verifica, una immersione di 17 minuti a 25 m di profondità, Fulton, che in quegli anni viveva a Parigi, presentò all'allora governo rivoluzionario francese una richiesta di finanziamento per la costruzione di un sommergibile più grande, ottenendola solo tre anni dopo grazie a Napoleone Bonaparte. Il battello rapidamente approntato intraprese le prove di collaudo nel 1801 nello specchio di mare dinanzi i cantieri di Brest e in una immersione toccò la profondità di 80 m.

Anche questo secondo sommergibile fu chiamato *Nautilus*: di forma cilindrica affusolata, ospitava un equipaggio di otto uomini, che fungevano pure da motore, dovendo girare un lungo albero solidale all'elica. L'immersione si otteneva imbarcando acqua, espellendola per emergere mediante una pompa a mano; la direzione era impartita tramite un timone verticale poppiero, mentre alla navigazione in superficie provvedeva una piccola vela ad ombrello. Pur funzionando discretamente, il *Nautilus* non dette brillanti prove di sé, peraltro mal condotto dallo stesso Fulton che se ne improvvisò comandante, per cui dopo un ennesimo insuccesso, Napoleone deluso non rinnovò più i finanziamenti.

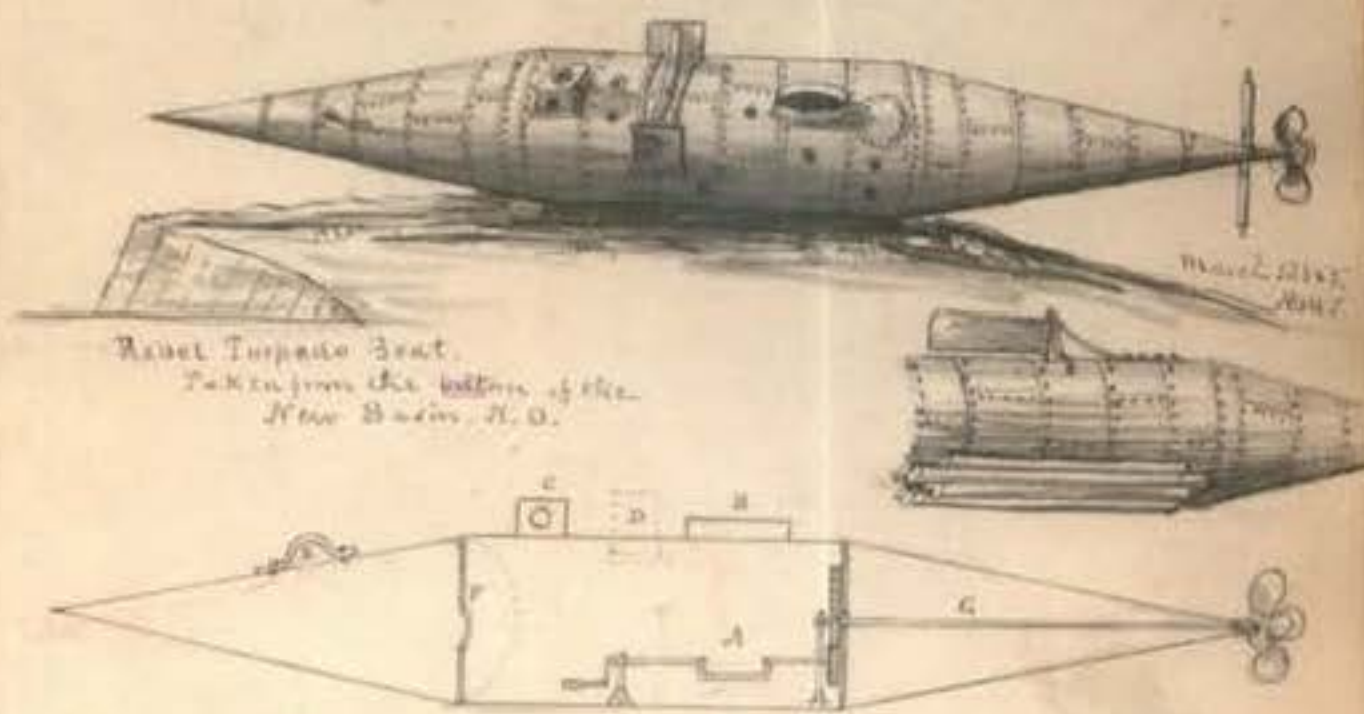
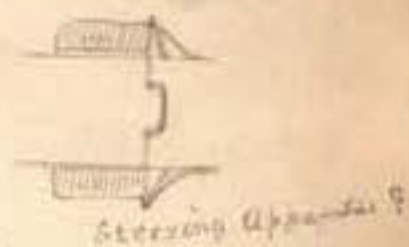
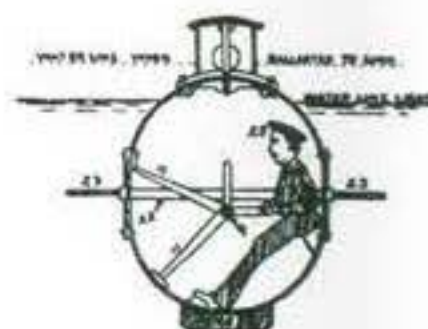
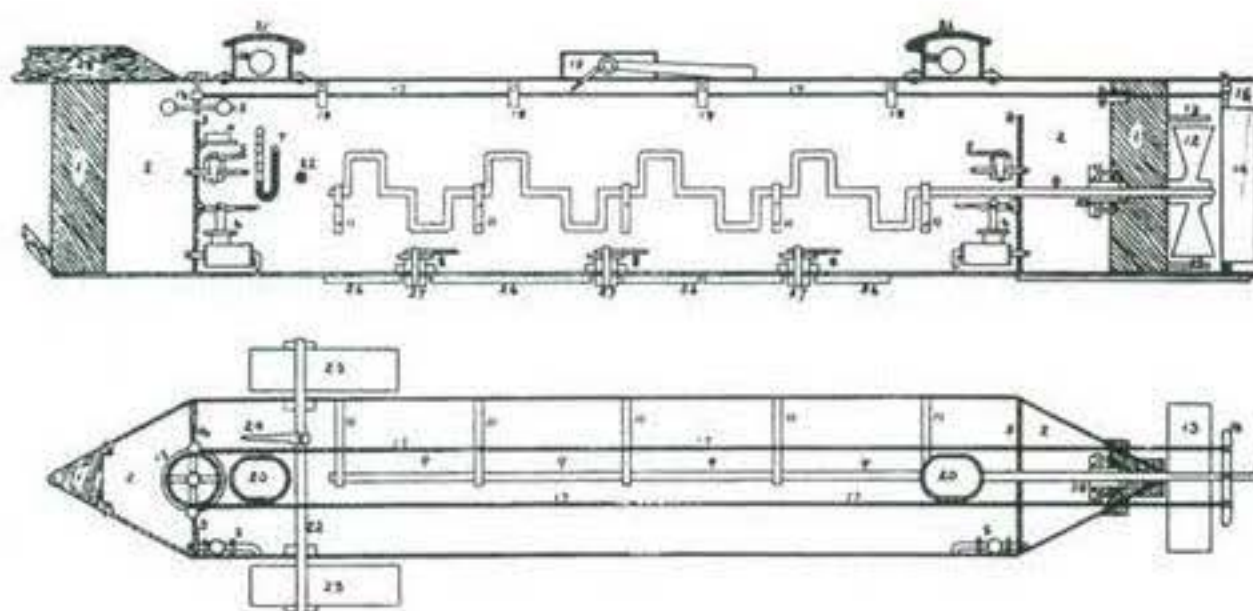
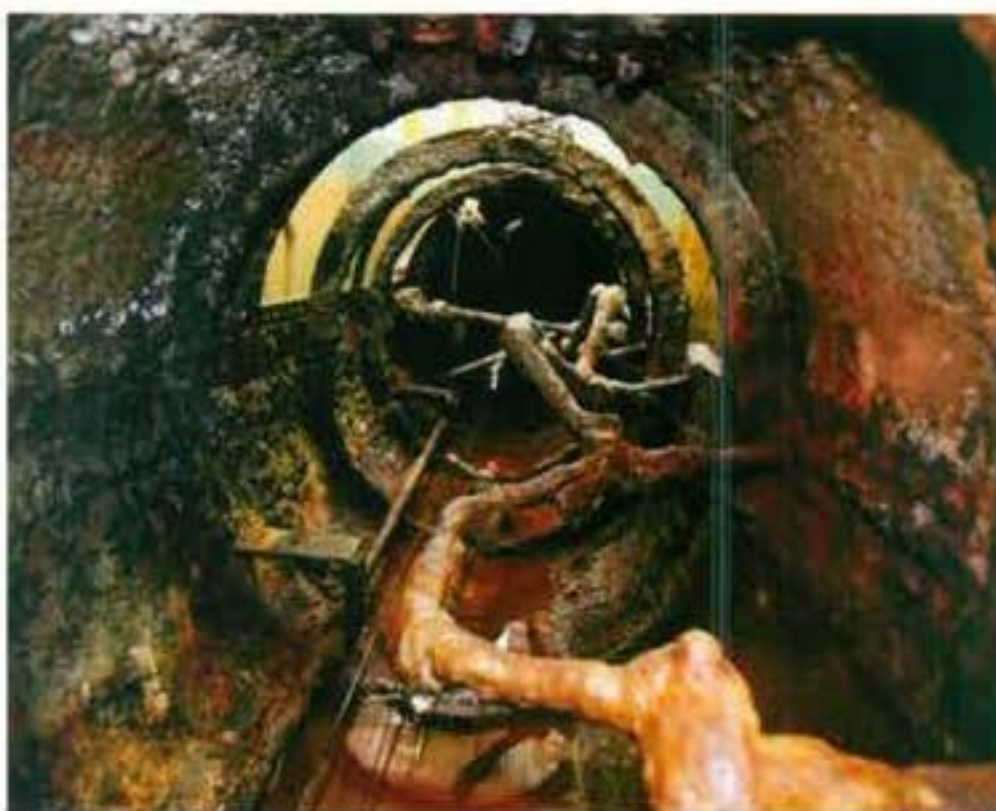
In alto: *raffigurazione artistica dell'impiego del sommergibile Nautilus, progettato da Robert Fulton sul finire del '700.*
Nella pagina a fianco: *in alto, schema tecnico del Nautilus; in basso, ricostruzione museale dello stesso.*
Nelle pagine successive: *il sommergibile progettato da Brutus de Villeroi nel 1832 e realizzato per la U.S. Navy nel 1862 a Philadelphia col nome di Alligator.*

8.9. *Sommergibili PIONEER, 1862 ed HUNLEY, 1863*

Analogo al *Nautilus* il sommergibile americano *Pioneer*, fu costruito nel 1861 ed affondò alla sua prima missione, nel corso della Guerra di Secessione.

Simile concettualmente al *Pioneer* e pressoché contemporaneo, il ben più famoso *Hunley*, era ricavato da una caldaia cilindrica di 120 cm di diametro e lunga circa 8 m, alle cui estremità si erano adattate una prua ed un poppa rudimentali, che ne portarono la lunghezza fuori tutto a circa 12 m. Per farlo muovere veniva fatta girare un'elica azionata da un albero a gomiti posto in rotazione dall'intero equipaggio di otto uomini. Fu il primo sommergibile usato in guerra che riuscì ad affondare una nave da guerra nemica: il 17 febbraio del 1864, infatti, attaccò e distrusse la nave nordista *Housatonic*, rimanendo però coinvolto nell'esplosione. Affondò con tutti i suoi uomini, fra i quali lo stesso suo inventore, unico a bordo non arruolato nelle forze confederate.

Nel 1955 il relitto del sommergibile fu localizzato ma soltanto nel 2000 lo si è recuperato, procedendo poi al suo restauro ed il 17 aprile del 2004 le spoglie mortali del suo equipaggio sono state inumate con tutti gli onori militari, alla presenza di una vasta folla e di circa 6.000 rievocatori, con uniformi ed abiti dell'epoca.

Indipendentemente dalla tragica conclusione l'episodio, dimostrò la estrema efficacia del sommergibile come nave da guerra, e la validità dell'elica la cui adozione, fino ad allora molto controversa non trovò più significative obiezioni, assumendo così le caratteristiche formali e meccaniche che ancora ostenta.

In alto: *dipinto raffigurante il CSS H.L. Hunley dopo un grave incidente, in attesa della decisione del generale Beauregard, circa il suo futuro.*
Sopra: *il sommergibile Alligator, 1863.*
Nella pagina a fianco: *una pagina dal diario dell'ufficiale David M. Stauffer, raffigurante un sommergibile della classe del Pioneer.*
Nelle due pagine successive: *il relitto dell'Hunley e i disegni tecnici dello stesso.*

8.10. *Il sommergibile a motore di Holland, 1881*

Pur avendo il sommergibile dimostrato la sua validità militare, ne restava da risolvere la mancanza di una qualsiasi motorizzazione, in un contesto in cui le navi da guerra ormai navigavano quasi tutte a vapore con rilevante velocità. L'attesa si rivelò abbastanza lunga poiché era richiesta la messa a punto di un affidabile motore elettrico e più ancora di una sua alimentazione elettrochimica, l'unica combinazione che non richiedesse ossigeno per il suo funzionamento. La macchina adeguata fu disponibile soltanto intorno al 1880, quando apparvero i motori elettrici per la trazione sia su rotaia che su strada; l'alimentazione poco dopo il 1881, quando la batteria di accumulatori al piombo fu perfezionata e potenziata in modo da renderla idonea agli anzidetti motori. Nel frattempo qualche velleitario tentativo di motorizzazione subacquea fu proposto nel 1864, con un prototipo mosso da un rozzo motore elettrico alimentato da pile, con esiti facilmente immaginabili!

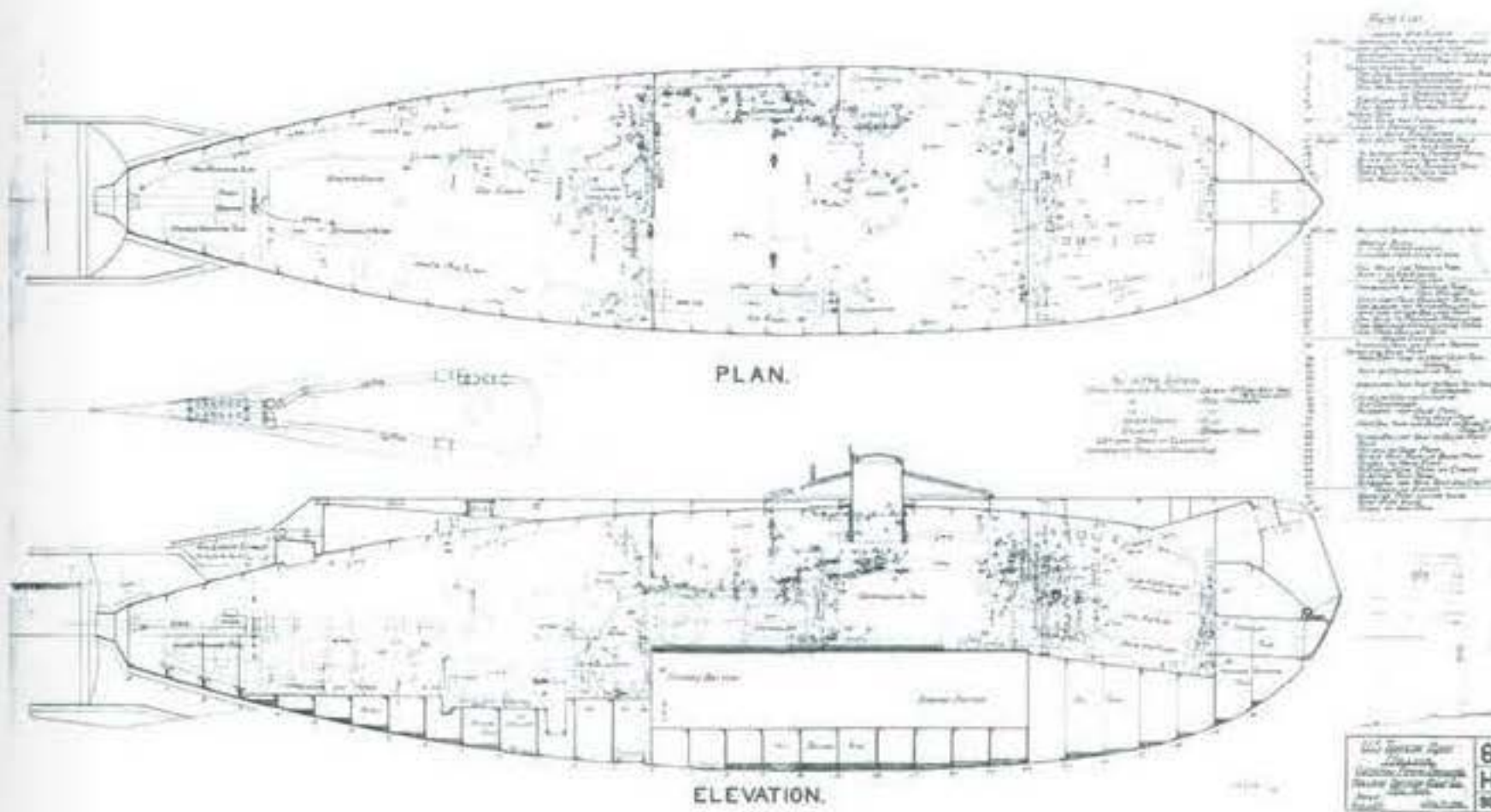
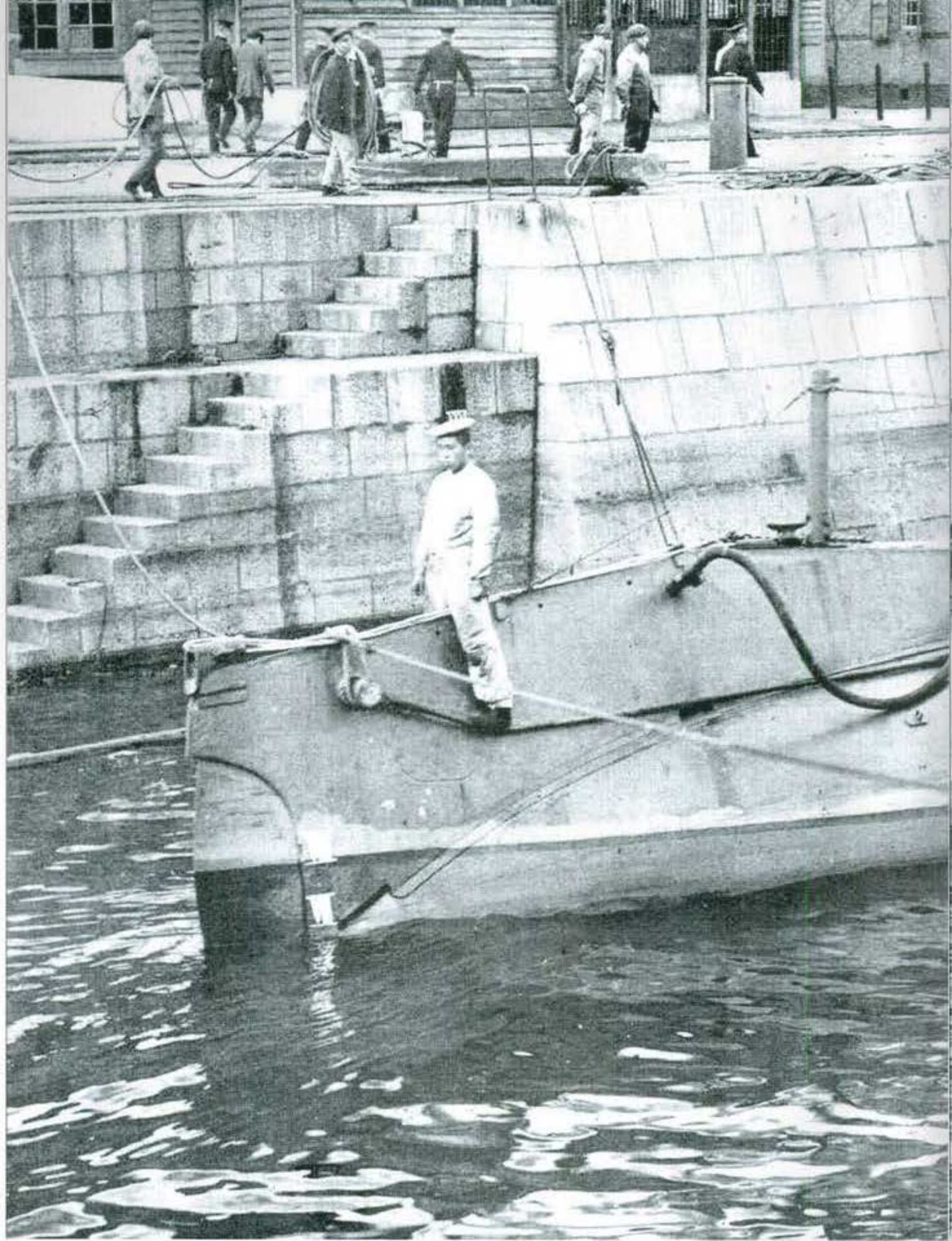
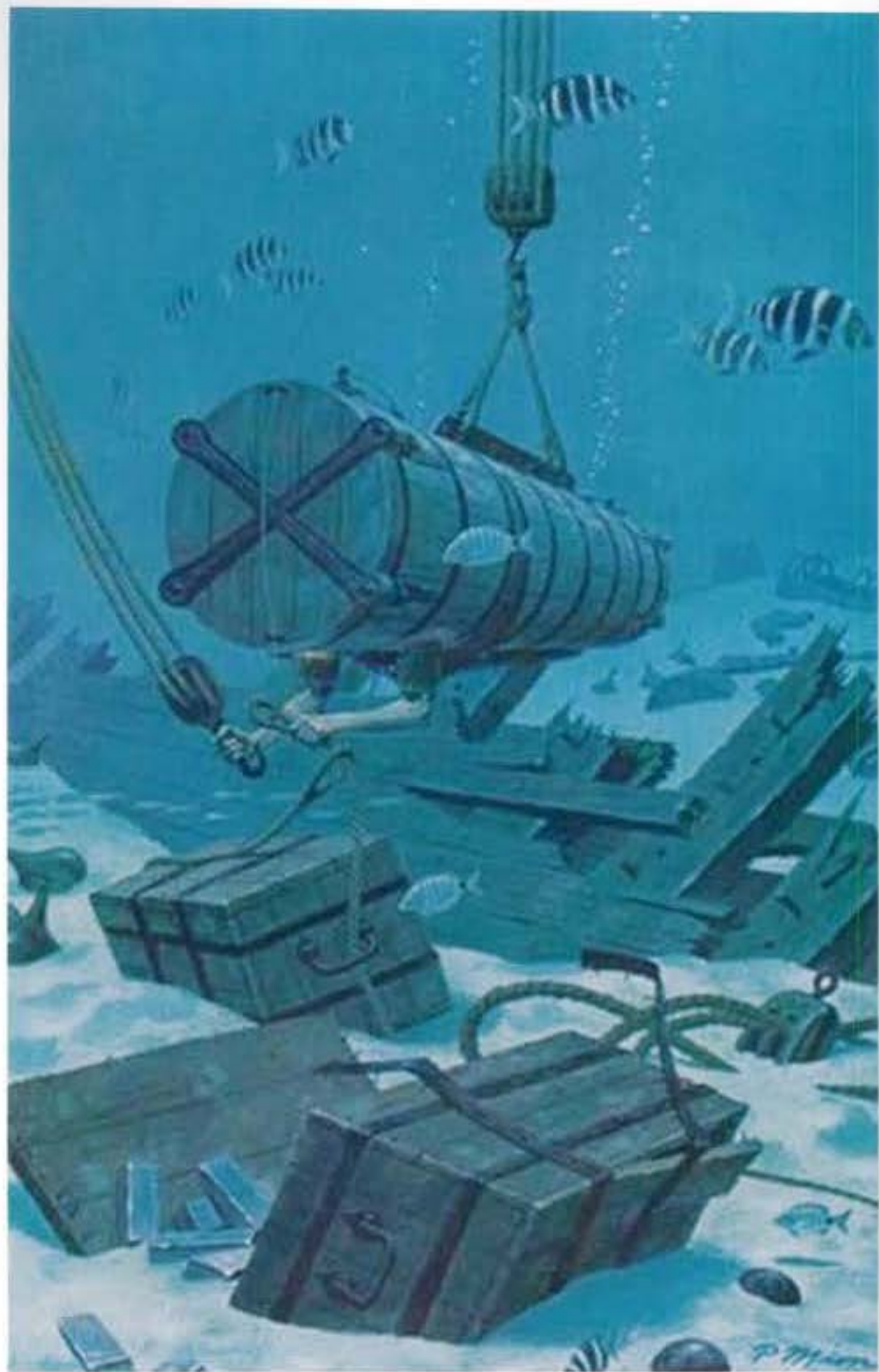
Logico, per quanto delineato, che la progettazione di un sommergibile con motore di propulsione si potesse avviare solo intorno al 1880: e l'anno successivo, infatti, l'irlandese John Philip Holland varò il suo Fenian Ram, dai cantieri della Delmar Iron Company di New York. Munito di vistosi timoni poppieri, il curioso sommergibile molto somigliante a un grosso cetaceo, non scendeva per effetto dell'acqua di zavorra ma solo per gli alettoni caudali. Tra dispute e contese quel prototipo finì abbandonato e smantellato per cui sarà solo nel 1897 che Holland potette realmente costruire il suo sommergibile più evoluto, al quale diede il suo nome.

L'*Holland IV*, completato il 17 maggio del 1897, disponeva di un motore elettrico per la navigazione in immersione ed uno a benzina per quella in superficie, archetipo quindi della doppia motorizzazione termica ed elettrica, soluzione da allora rimasta immutata fino all'avvento della propulsione nucleare. Alle prove a cui fu sottoposto si rivelò un vero successo: mosso dal motore termico e poi dall' elettrico, navigava a discreta velocità, scendendo e risalendo senza problemi a oltre 20 m. Un esemplare fu commissionato dalla *U. S. Navy* nel 1900 ed entrò in servizio con la denominazione di SS-1, seguito da altri sei sostanzialmente simili, e altri ancora acquistati dalla *Royal Navy* e dalla marina imperiale giapponese. Dopo pochissimi anni, grazie a rilevanti progressi tecnologici degli apparati motori, termici ed elettrici, e della metallurgia, quei prototipi furono rapidamente superati. Comparvero allora battelli molto più lunghi e potenti, armati con diversi tubi lanciasiluri e, successivamente, anche con un cannone, idoneo ovviamente al solo contrasto con le navi mercantili. Le due guerre determineranno una serie di ulteriori perfezionamenti e potenziamenti nelle unità subacquee che con la adozione della propulsione nucleare, otterrà il suo apice, trasformandoli in incrociatori subacquei.

Sotto: *John Holland, il progettista e realizzatore del primo sommergibile a motore, venduto alla U.S. Navy.*
Nella pagina a fianco: *in alto, una cartolina colorata che ritrae il sommergibile Holland VI, ribattezzato USS Holland (SS-1); in basso, disegni tecnici dello stesso.*
Nelle pagine successive: *il sommergibile Holland Class 1, venduto durante la guerra Russo Giapponese.*

U. S. Submarine Boat "Holland".

PLAN.

ELEVATION.

PARTE NONA
SCAFANDRI ED AUTORESPIRATORI

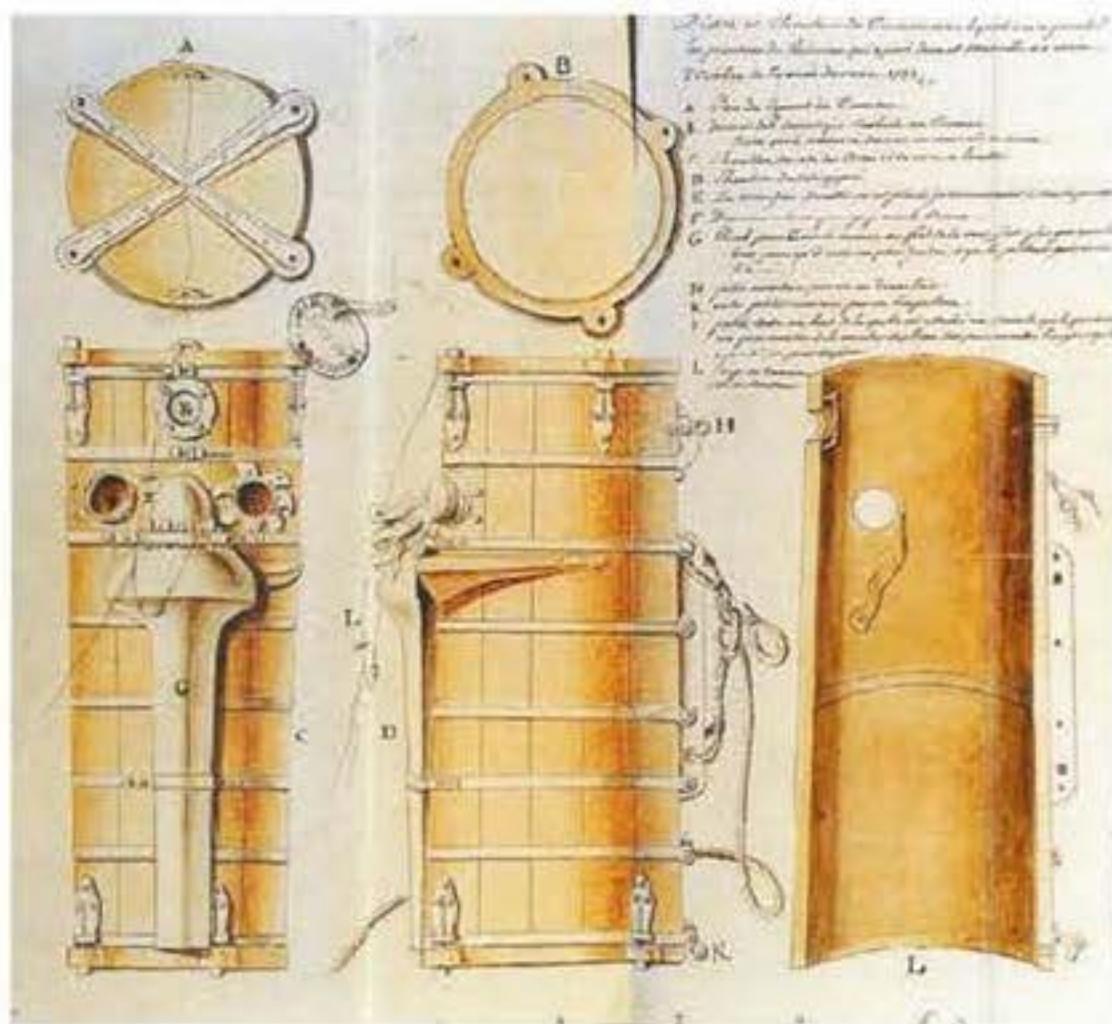
9.1. Lo scafandro da palombaro, 1775

Jean-Baptiste de La Chapelle, 1710-1792, abate, matematico e inventore è considerato l'ideatore del moderno scafandro, collocandosene l'esposizione nel 1775: in realtà, però, come più volte osservato, l'dea non era affatto nuova avendo alle spalle una interminabile serie di piccoli perfezionamenti dal lebete in poi. Nel 1715, ad esempio, ne era comparso un ennesimo a forma di botte, con due fori per il passaggio delle braccia e un oblò per vedere all'esterno, dovuto a tal John Lethbridge, 1675-1759. Si trattava in sostanza di una botte cilindrica, lunga 180 cm con un diametro di 50 cm, rinforzata da cerchi di ferro, interni ed esterni, con due fori per il passaggio delle braccia, con adeguate guarnizione per evitare l'entrata dell'acqua, ed un oblò in corrispondenza del volto. Una fune fissata a due ganci alle opposte estremità ne consentiva la sospensione in acqua e gli spostamenti: il collaudo avvenne nella piscina che il Lethbridge si era fatto appositamente costruire nella sua proprietà, con esito positivo anche per la modestia della profondità.

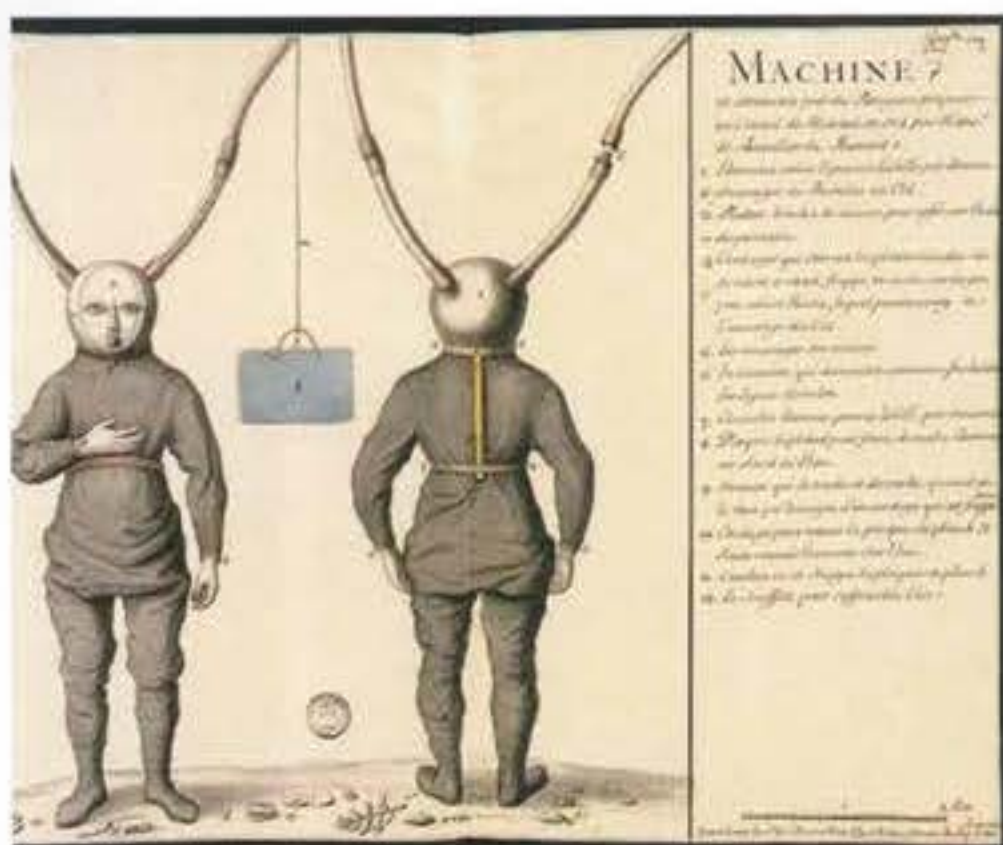
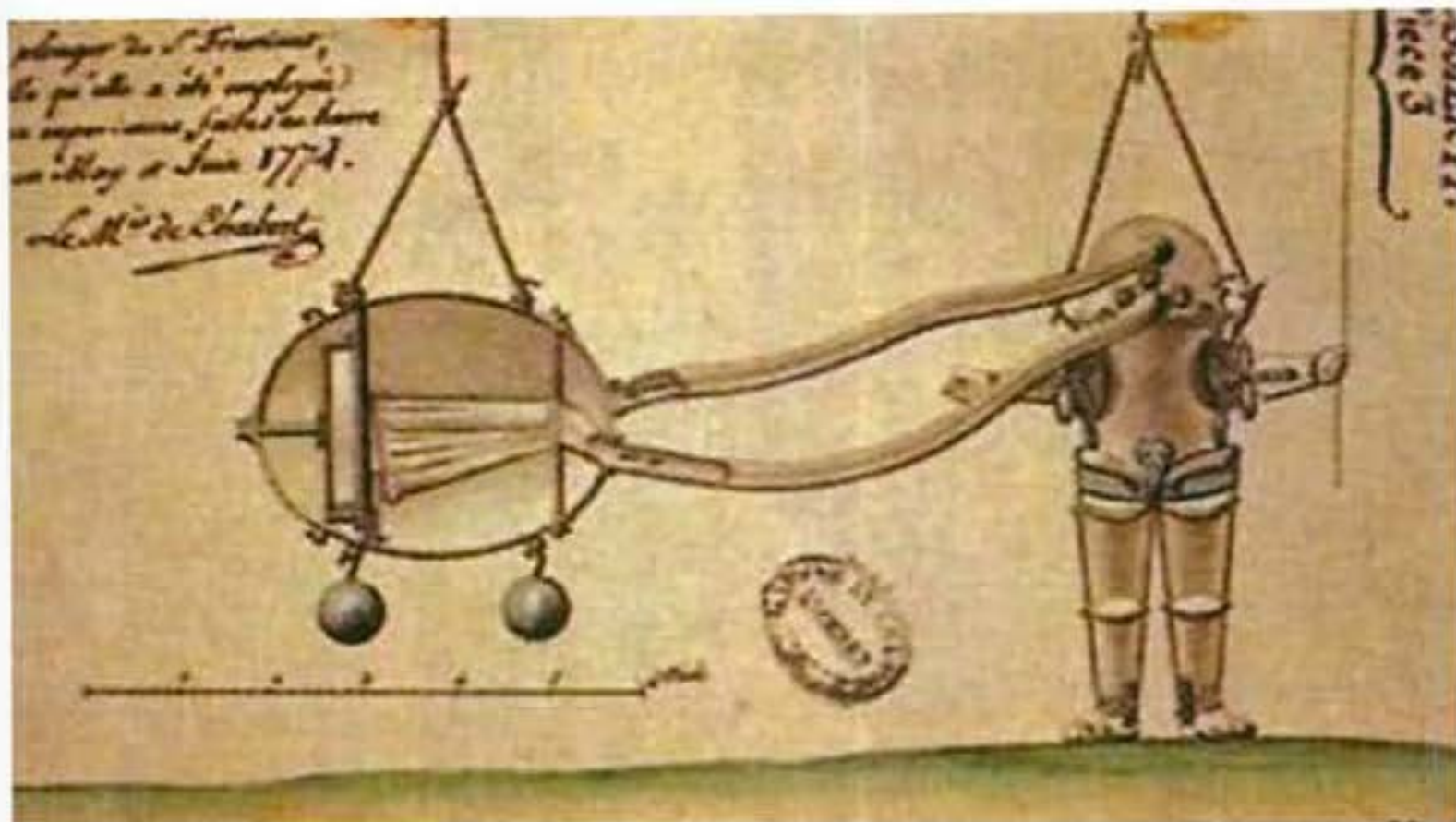
In mare l'inventore si cimentò in quel suo singolare scafandro nel recupero di preziosi su navi affondate, di cui il più celebre per il rilevante importo fu quello effettuato su una nave olandese, affondata nei pressi di Madeira, con un carico di tre tonnellate d'argento a bordo. L'ingegnoso antesignano e fortunato palombaro divenne così in breve tempo molto ricco e visse di rendita fino alla morte.

9.2. Le tappe dello scafandro

Nel 1772 si ebbe un significativo progresso verso la realizzazione di un vero ed efficace scafandro: il medico francese S. Freminet a Le Havre si immerse fino alla profondità di 15 metri indossando una sorta di scafandro di sua invenzione. Constava di una muta di cuoio, terminante

Nella pagina a fianco: *immagine artistica relativa all'utilizzo dello scafandro progettato da John Lethbridge.*
Sotto: *disegni tecnici relativi allo scafandro del Lethbridge.*

in un casco di rame munito di finestre vetrate, con sulla schiena un contenitore a zainetto per l'aria compressa. Da questo due tubi di caucciù conducevano l'aria al casco dando così vita ad una circolazione a circuito chiuso: l'aria fresca veniva ispirata attraverso un primo tubo dal serbatoio e attraverso un secondo rientrava, dove veniva in qualche modo rigenerata da reagenti chimici. Freminet chiamò quella sua invenzione *Macchina Idrostatica*, ed in seguito sostituì allo zaino un contenitore staccato, con all'interno un mantice azionato a molla. Il dispositivo consentiva una permanenza sotto acqua di alcuni minuti.

Molte delle idee del Freminet vennero in seguito cooptate e ulteriormente sviluppate da Karl Heinrich Klingert, sul finire di quello stesso secolo. Il suo palombaro indossava un elmo di rame, con vari cristalli per una visione agevole, al quale erano connessi due tubi di caucciù, facenti capo ad uno sorta di enorme spola metallica in grado di contenere 10 m³ d'aria e che fungeva da riserva una volta in profondità. Ovviamente si deve immaginare un sistema chimico per la parziale rigenerazione dell'aria a circuito chiuso.

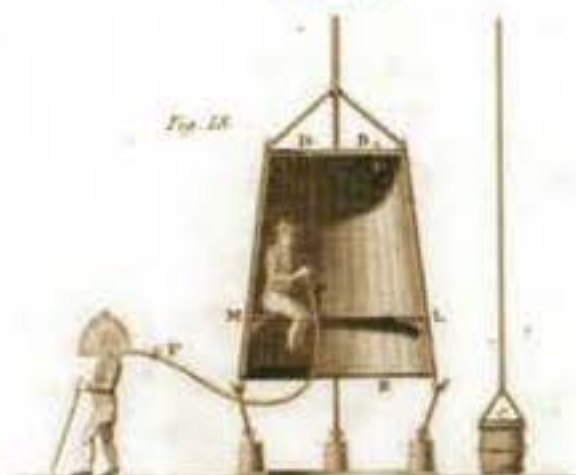
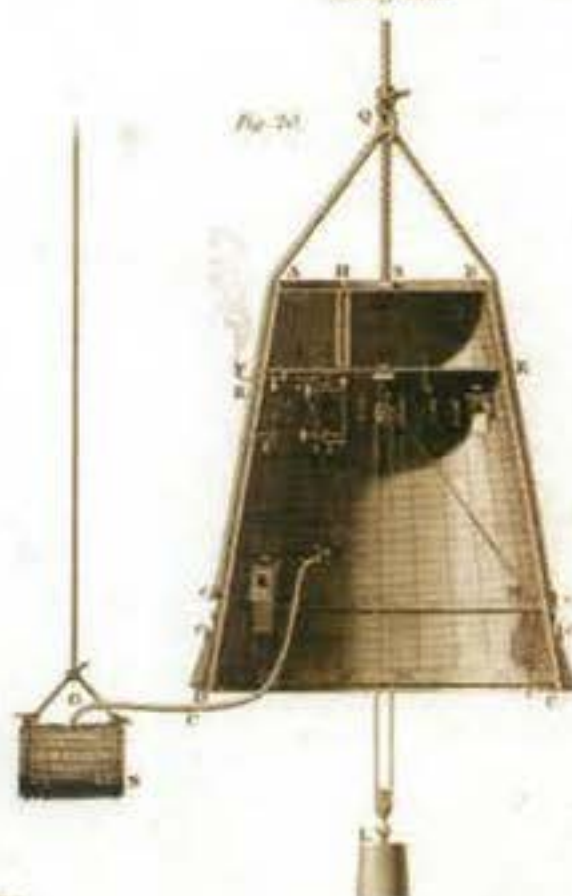
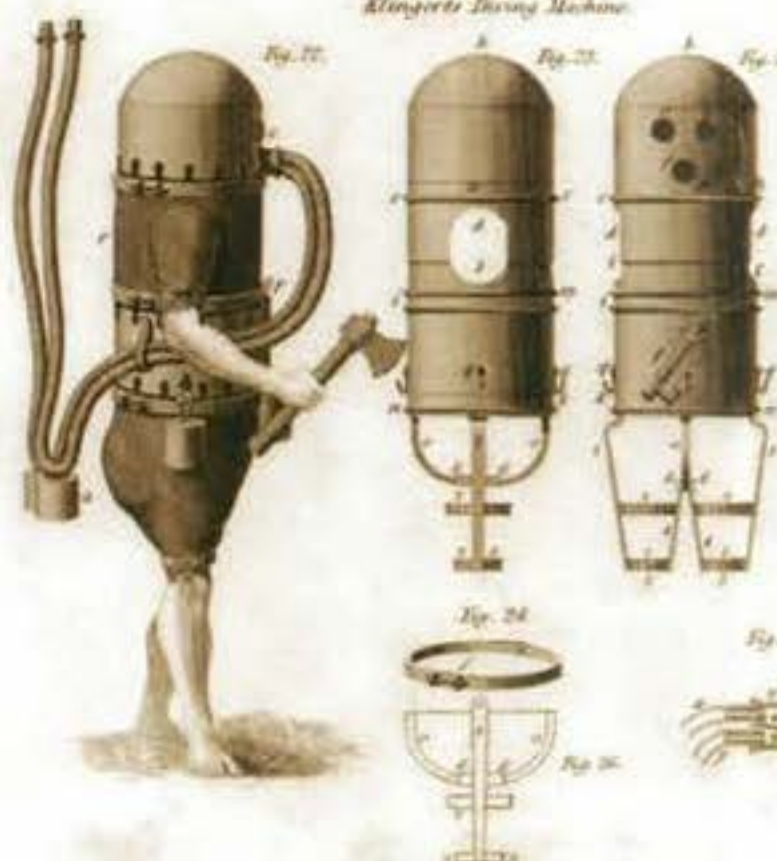
In basso: *disegni tecnici e relativa leggenda dello scafandro progettato da Pierre Remy de Beauve, 1715.*
A fianco: *ricostruzione dello scafandro del de Beauve, Musée Féderic Dumas Sanary sur Mer.*
Nella pagina a fianco: *il progetto dello scafandro del Freminet e una stampa coeva illustrante l'utilizzo dello stesso.*
Nelle due pagine successive: *disegni tecnici dello scafandro progettato da Karl Heinrich Klingert.*

MACHINE

NOUVELLE DÉCOUVERTE.

EXPERIENCES FAITES EN MER AVEC LA MACHINE HYDROSTATERGATIQUE,

HYDRAULICS. PLATE II.

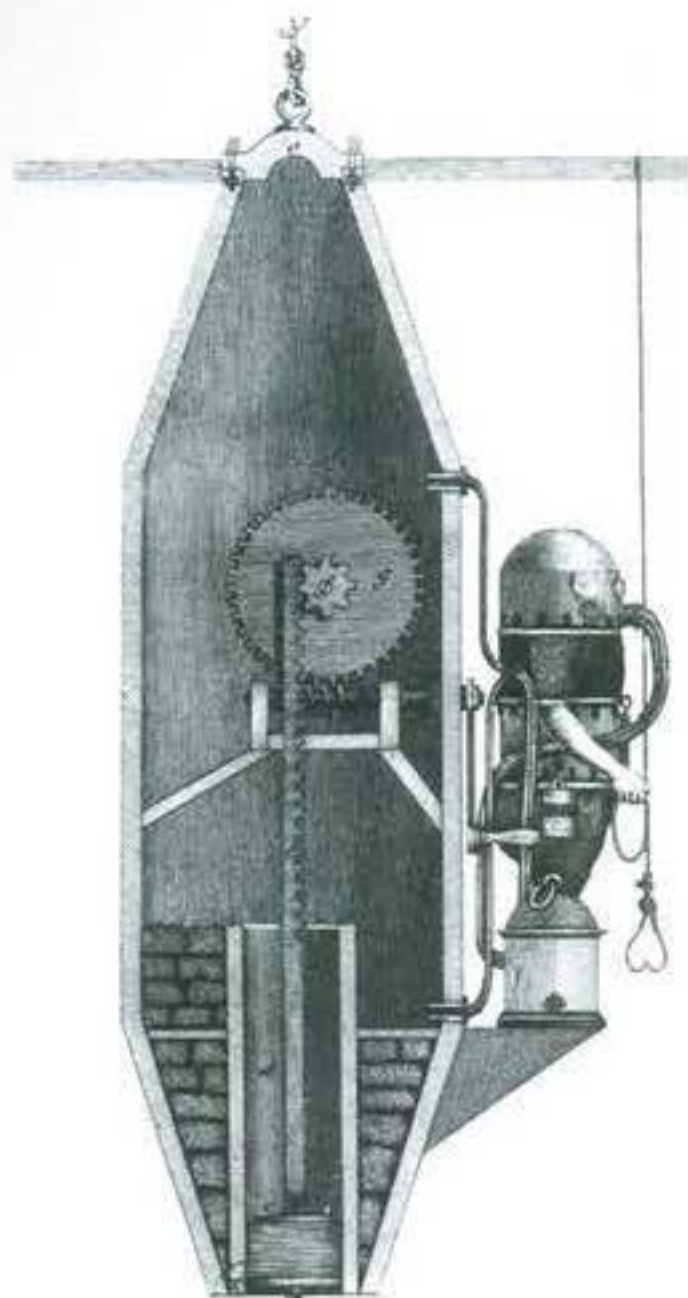
DIVING BELL.

Dr. Halley's

Section of Spaldings Diving Bell.

Klingerts Diving Machine.

Section of Triewalds Diving Bell.

Scale of Feet.

All'estremità inferiore della spola stava collocata la zavorra, dandole così un assetto verticale, mentre all'interno vi era un cilindro con stantuffo a cremagliera, che azionato dallo stesso subacqueo, gli consentiva di adeguare la pressione dell'aria a quella dell'acqua. Gambe e braccia restavano al di fuori della muta, soluzione positiva per la libertà di movimento, ma negativa per il raffreddamento del corpo. Il palombaro, tuttavia, iniziò a prendere la connotazione attuale, tant'è che da questo momento modifiche e perfezionamenti si susseguono incessanti, costringendoci ad esporre soltanto i principali e soltanto per larga massima, esulando una più approfondita trattazione dalle finalità della ricerca e dalle conoscenze tecniche dell'autore.

Sotto: *la spola metallica per l'aria compressa abbinata all'equipaggiamento da palombaro progettato dal Klingert.*
In basso a destra e nella pagina a fianco: *disegni del brevetto dei Deana.*

9.3. Lo scuola per palombari della Marina Militare Sarda, 1849

Nel 1823 due i fratelli Charles e John Deana, di nazionalità inglese, depositano presso l'Ufficio Patenti di Londra, in data 4 novembre, un brevetto relativo a una apparecchiatura che consentiva di operare in ambienti saturi di gas venefici, quali quelli sprigionati da un incendio, in particolare nelle miniere. I due fratelli, carpentiere navale Charles e marittimo John, avevano uno stretto rapporto col mare e forse in quella loro idea furono stimolati dalla conoscenza degli esiti della fiamme a bordo e dalla difficoltà in quelle circostanze di portare aiuto a quanti rimasti bloccati. Il brevetto più dettagliato fu richiesto nell'aprile dell'anno successivo e fu chiamato significativamente Smoke Helmet, con la specifica che si trattava di un indumento che avrebbero dovuto indossare le persone per entrare negli ambienti saturi di fumo. Un dispositivo, perciò, utile per i vigili del fuoco e i minatori e che solo in un secondo momento si adattò all' impiego subacqueo.

Negli anni successivi, dalle numerose prove pratiche i fratelli Deane traggono molteplici perfezionamenti, fra i quali, forse il più importante, il collegamento del loro elmo a una corta giacca, primo passo verso lo scafandro elastico da palombaro. Pur riscuotendo un discreto successo, ai fratelli non viene concesso, per l'umile origine, l'adeguato credito necessario per finanziare lo sfruttamento industriale di quella loro invenzione. E dal momento che, nel frattempo, il meccanico tedesco Augustus Siebe, aveva realizzato uno scafandro non molto diverso dagli attuali, proprio a lui si rivolsero i Deane. Un nuovo elmo venne perciò prodotto dal Siebe, utilizzando i suggerimenti di Charles Deane e di George Edwards, un giovane ingegnere che, esperto del settore, proponeva uno scafandro impermeabile completo.

A.D. 1823. Nov. 20. Nº 4869.
DEANE'S SPECIFICATION.

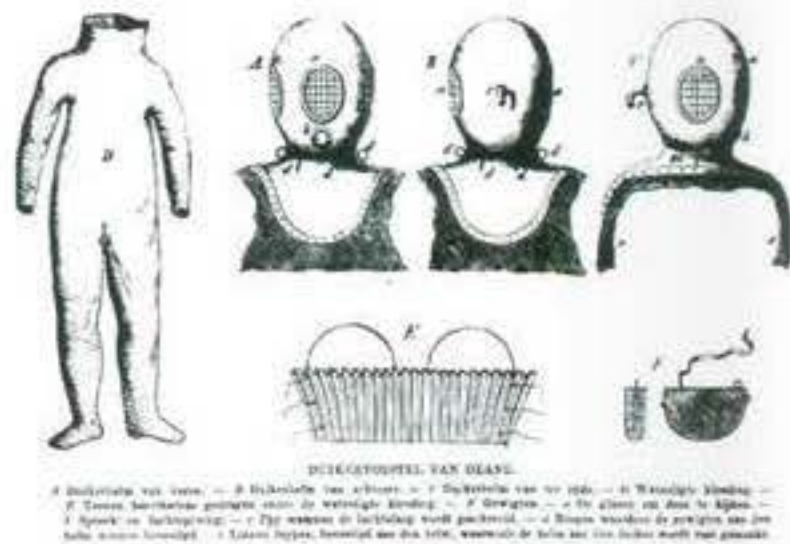
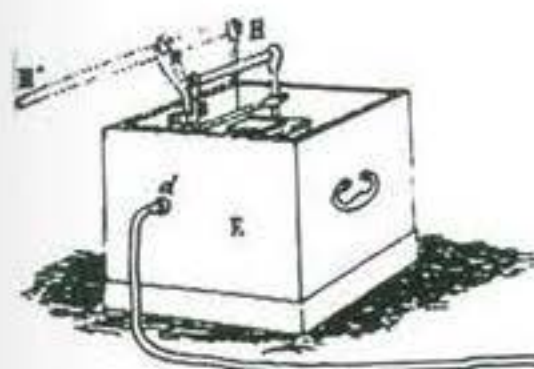
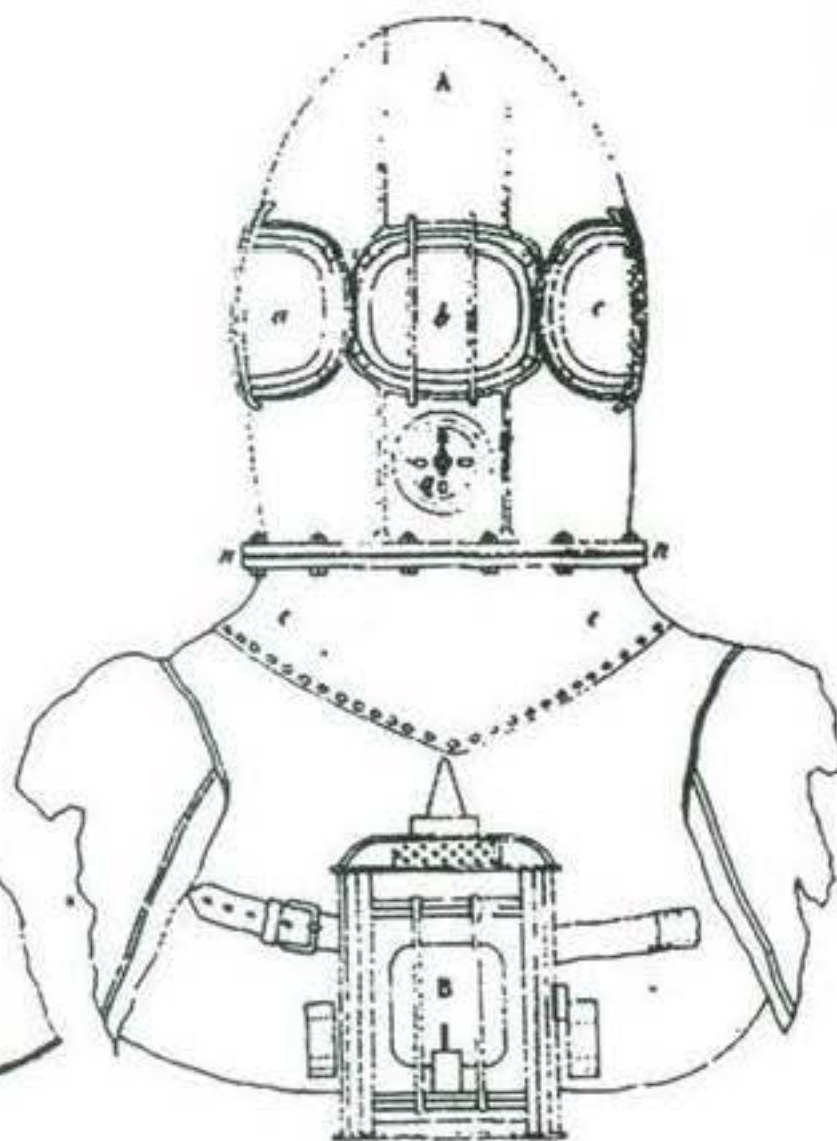
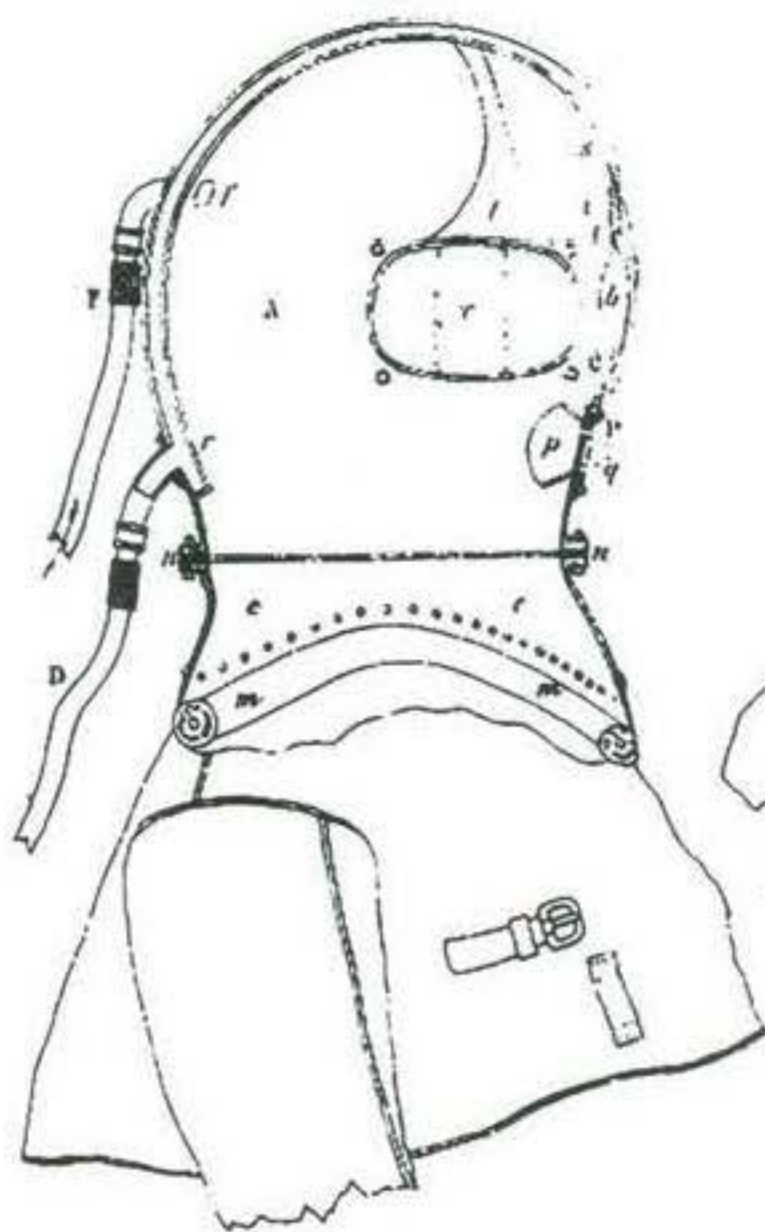
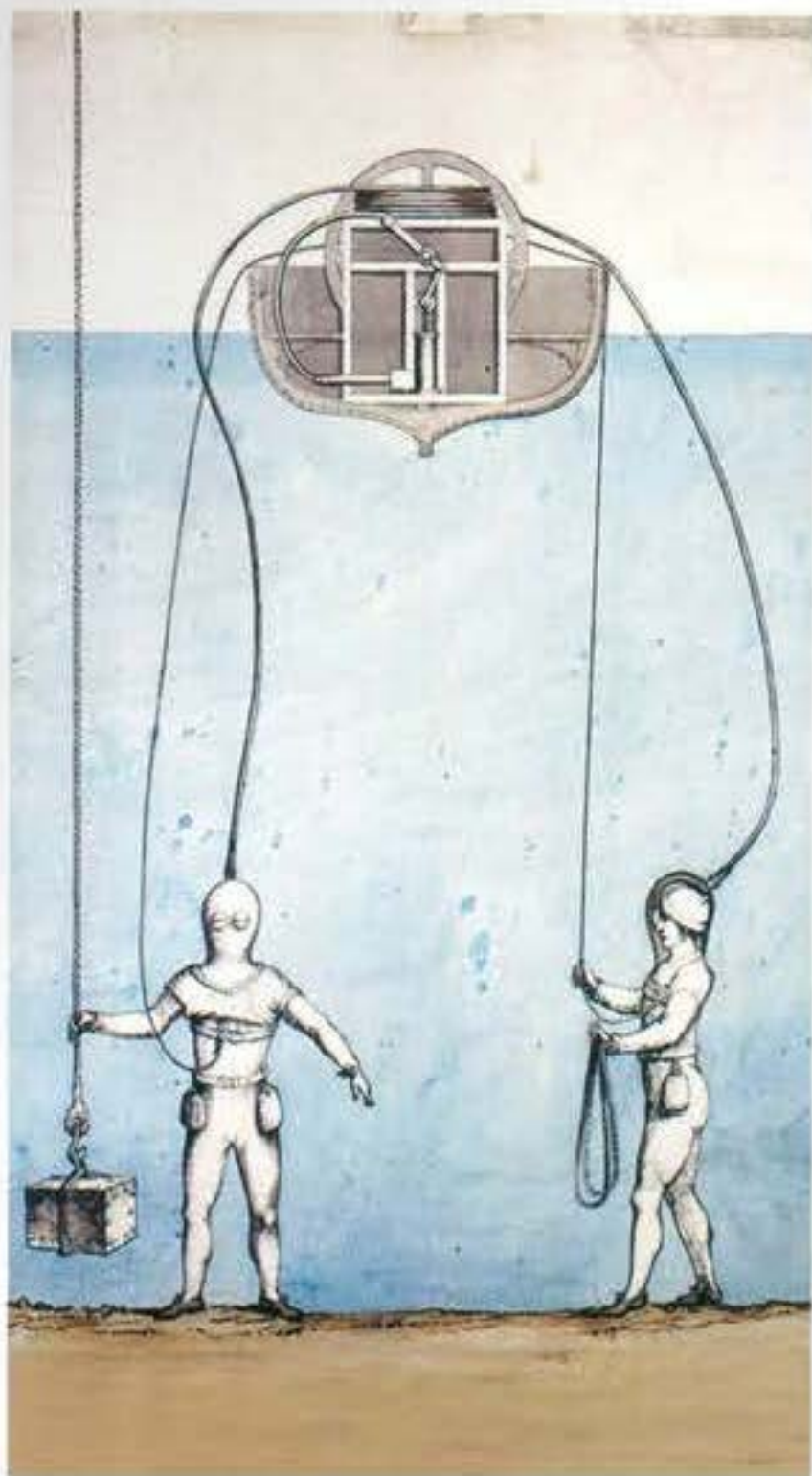
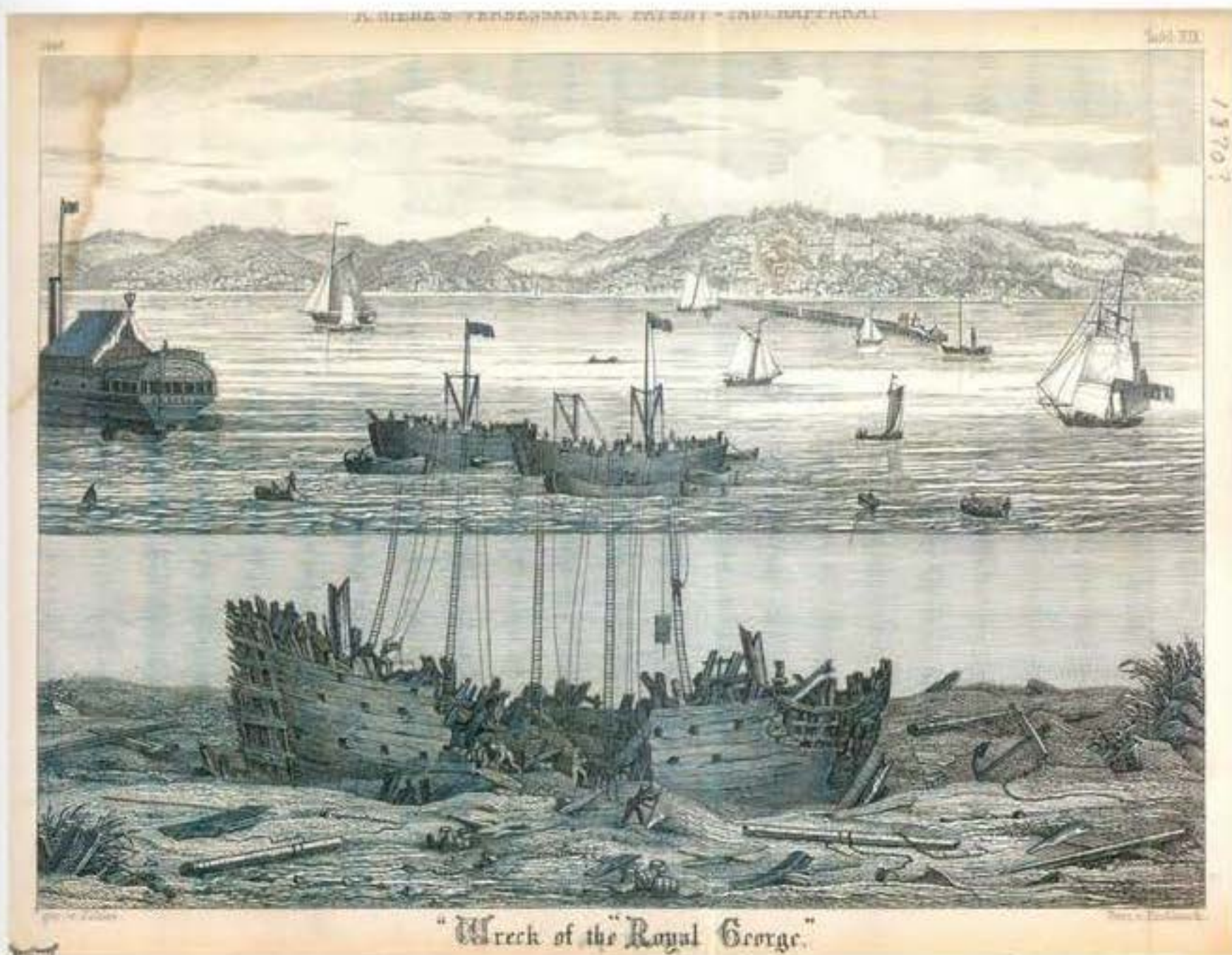
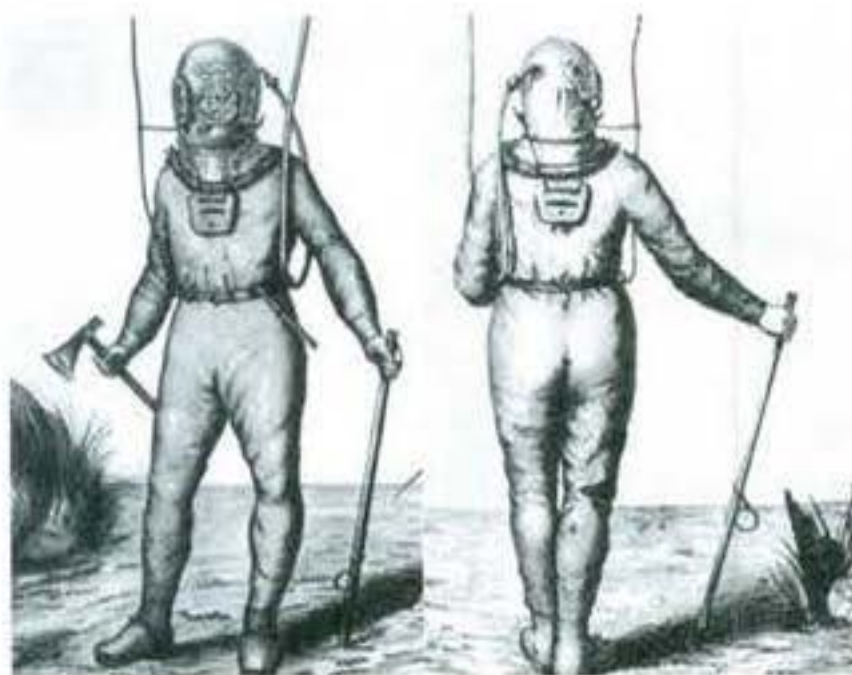
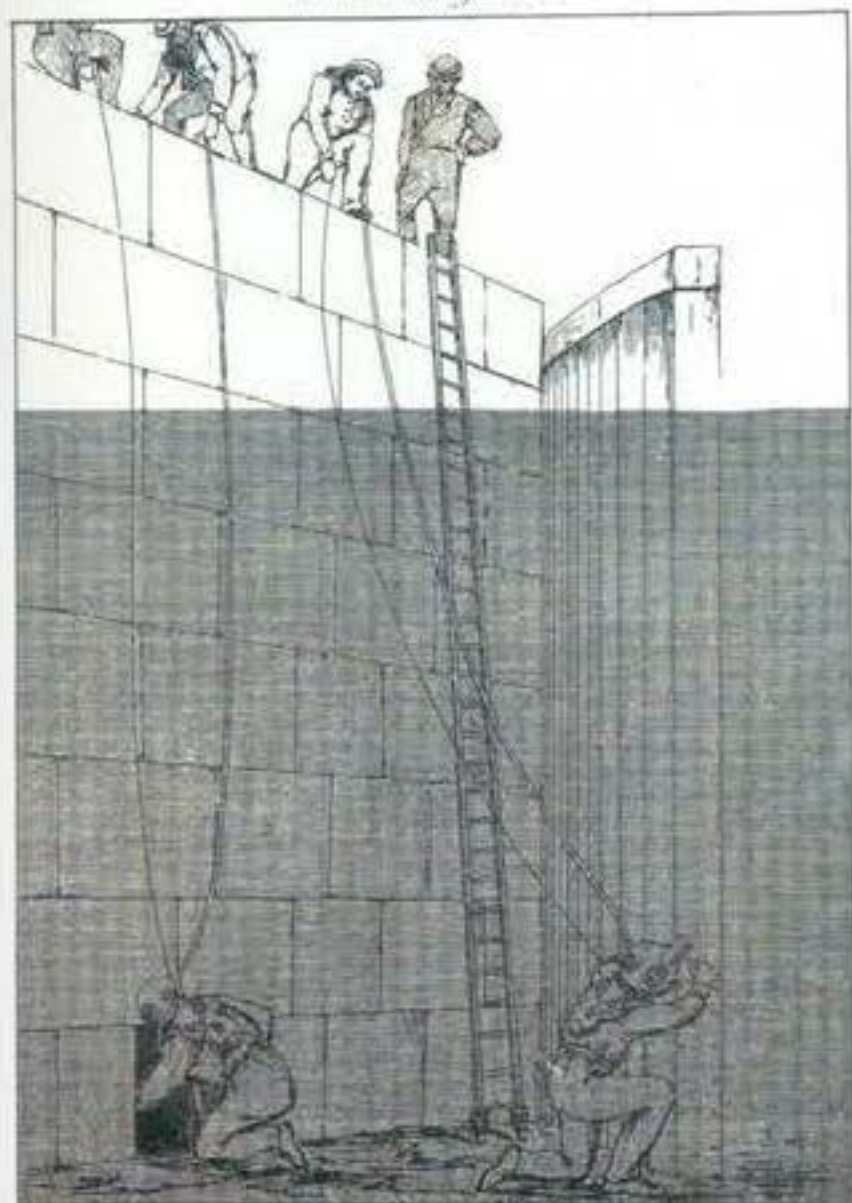



FIG. 1.

FIG. 3.

FIG. 4.

Allo scopo tra il 1825 ed il '30 si avvalsero pure dei perfezionamenti introdotti da Charles Mc Intosch nella fabbricazione delle tele gommate, idonee alla confezione delle mute da fissare all'elmo. Era infatti basilare per il corretto funzionamento della muta da palombaro che il vestito fosse impermeabile, ed a quel risultato si giunse soltanto una decina di anni più tardi. Nel 1839 comparve così la prima tenuta da palombaro assolutamente stagna, ottenendo subito un grande successo e adottata nel 1840 in quanto reputata la migliore dalla Royal Navy. Nel frattempo anche le pompe per il rifornimento di aria al palombaro erano state notevolmente migliorate dal Siebe, accentuando la tenuta

In alto a sinistra, sopra e in alto a destra nella pagina a fianco: *altri disegni del brevetto dei Deana.*
In alto a destra: *elmo da palombaro realizzato dai Deana.*
In alto a sinistra e in basso nella pagina a fianco: *operazioni di recupero subacqueo realizzabili grazie all'equipaggiamento progettato dai Deana.*

"Wreck of the Royal George."

dei pistoni e migliorandone il raffreddamento. Goodyear nel 1844 completò il perfezionamento dello scafandro con la vulcanizzazione della gomma.

Pochi anni dopo, esattamente nel 1849, constatata la necessità per le moderne navi ad elica di più frequenti e ricorrenti manutenzioni allo scafo rispetto a quelle a vela[1],

[1] Per una conoscenza più approfondita del settore, Cfr. F. Vitale, G. Betrò, *Palombari della Marina Militare Italiana 1849-2009*, Imola 2009, volume di grande accuratezza tecnica e scientifica.

In alto: *illustrazione relativa all'utilizzo dell'equipaggiamento perfezionato e commercializzato dalla Siebe & Gorman.*
Nella pagina a fianco, a destra e nelle due pagine successive: *l'elmo, la muta e l'equipaggiamento completo da palombaro della Siebe & Gorman.*

l'alto comando della Marina Sarda sottopose al re Vittorio Emanuele II il progetto per la costituzione di una Scuola per Palombari, così formulata:

Relazione a S.M. in data 23 luglio 1849:

SCUOLA PER FAR ALLIEVI
NELLA PROFESSIONE DI PALOMBARO

La necessità di formare nel porto di Genova degli abili Palombari di cui si ha spesso bisogno, tanto pei lavori di mare quanto per far visitare sott'acqua la carena de' R. Legni già indusse il Governo fin dal mese di settembre dello scorso anno a prendere a R. servzio per due anni il marangone Gardner, cui fissava la giornaliera mercede di L. 12,55 coll'obbligo di fare degli allievi fra gli operai ed i marinai della Regia Marina. Dai rapporti del comando G.le della R. Marina parrebbe però essere scarsissimo il numero de' giovani inclinati a dedicarsi a cosiffatta professione, ed un incentivo sarebbe quindi necessario per indurveli onde utilizzare la conseguente opera del suddetto maestro e degli apparecchi a tal uopo acquistati.
Il referente proporrebbe perciò a V.M. di approvavate le seguenti disposizioni:

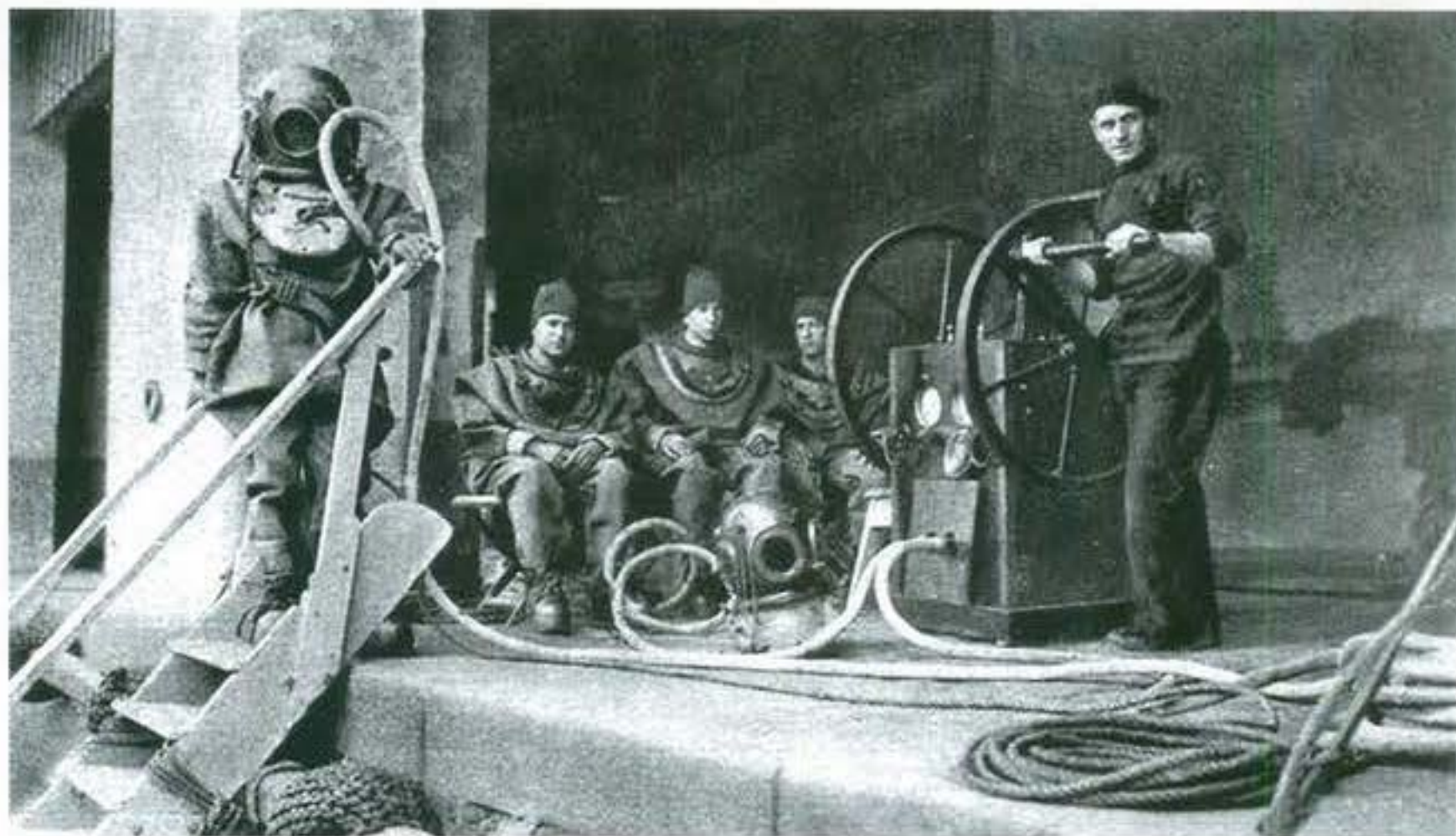
1°-che gli operai e i marinai i quali vorranno dedicarsi alla professione di Palombaro siani ammessi alle esercitazioni che verranno date dal maestro Gardner;

2°-che allorquando un allievo avrà ottenuto dal maestro una dichiarazione di sufficiente abilità, sia sottoposto ad un esperimento dinanzi una Commissione nominata dal Direttore dell'Arsenale di Marina, consistente nell'immersione sott'acqua per tre ore consecutive;

3°-che dopo tale esperimento l'allievo sia iscritto nel ruolo de' Palombari e come tale sia chiamato a farne funzioni per turno, a misura de' bisogni del R.Servizio;

4°-che il Palombaro abbia a ricevere una mercede di L. 5 per la prima ora di lavoro sott'acqua, L. 2 per le successive, senza pregiudizio della sua paga di operaio o marinaio;

5°-che uguale mercede sia concessa ai Palombari estranei alla Marineria Reale richiesti a prestar l'opera loro.[2]

[2] Il documento citato è tratto da F. VITALE, G. BETRÒ, *Palombari*..., cit., p. 23.

Pur mancando un riscontro certo dell'approvazione della richiesta, la sola formulazione già basta a sancire la rilevanza dell'attività e la sua crescente necessità. Nel 1869 anche la Scuola Palombari sarà comunque trasferita a La Spezia nel nuovo Arsenale.

Nella pagina a fianco: *allievi del corso alla Scuola Palombari presso l'Arsenale Militare di La Spezia.*
In questa pagina: *l'Arsenale di La Spezia alla fine del XIX sec. e la piazza con statua dedicata al suo progettista, gen. Domenico Chiodo.*

La Spezia - R. Arsenale

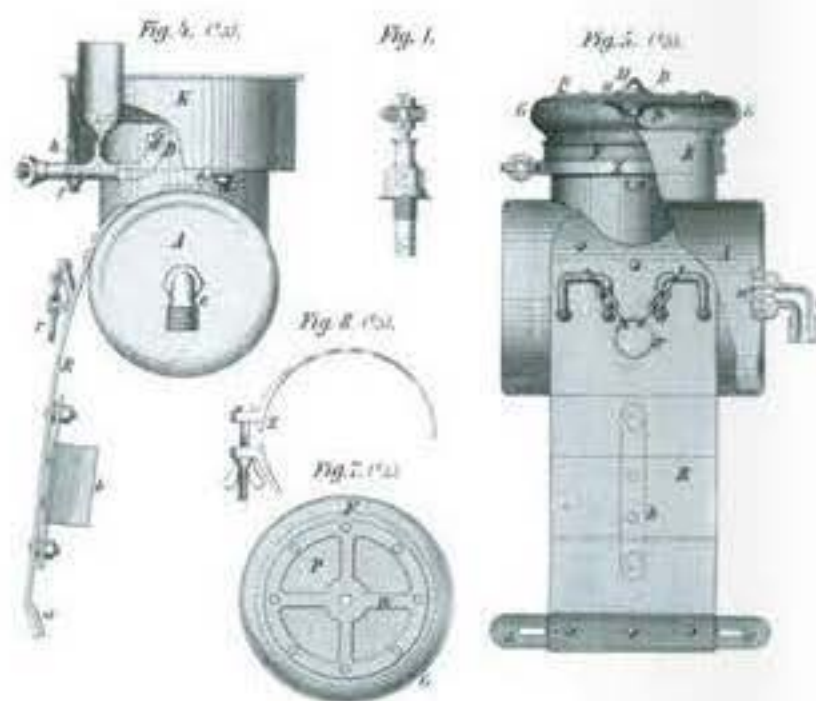
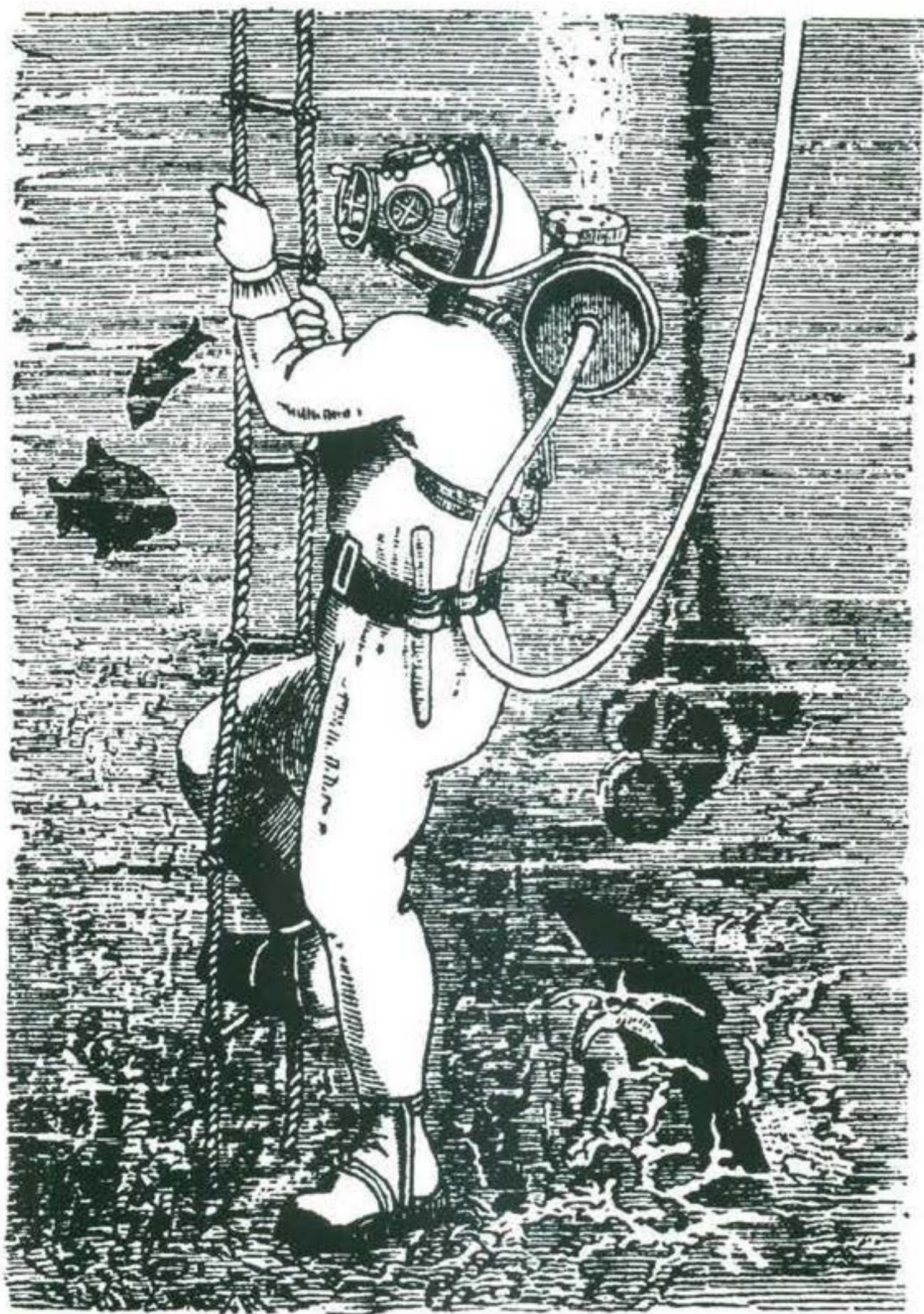
La Spezia - Piazza Chiodo - Ingresso al R. Arsenale
e Monumento al Generale Chiodo

9.4. *L'autorespiratore, 1860*

Anche per l'autorespiratore lo stimolo inventivo che suggerì a Benoît Rouquayrol, 1826-1875, l'archetipo del 1860 non va ricercato sotto la superficie del mare ma della terra: un'apparecchiatura per tentare la fuga dalle gallerie di miniera invase dall'acqua o dal fumo. Essendo, infatti, un ingegnere minerario era perfettamente consapevole dei gravi rischi che si correvano nelle miniere per gli improvvisi allagamenti o per i terribili incendi prodotti dall'esplosione del grisù, per cui si dedicò alla costruzione di un dispositivo che consentisse la respirazione autonoma in casi d'emergenza. Per ampia schematizzazione era costituito da un recipiente in cui era contenuta aria ad alta pressione che, tramite una apposita valvola, da lui definita regolatore per il flusso di gas compresso, poteva essere respirata alla giusta pressione, per il tempo necessario a porsi in salvo.

In basso: *la sperimentazione dell'autorespiratore Rouquayrol prima di ipotizzarne l'utilizzo in ambito subacqueo.*
A fianco ed in basso a destra: *l'autorespiratore Rouquayrol nella sua versione per palombaro, sviluppata in collaborazione col tenente di marina Denayrouze.*
Nella pagina a fianco: *illustrazione relativa all'impiego dell'apparecchio in immersione.*

Trattandosi di un impiego terrestre la pressione dell'aria erogata non richiedeva adattamenti essendo sempre la stessa. Dal rapporto col tenente di marina Auguste Denayrouze, scaturì una variante di tale autorespiratore per i sommozzatori. In pratica consisteva di un più grande serbatoio per l'aria compressa, che veniva posizionato dietro le spalle, come un normale zaino, e di un erogatore che con una valvola a membrana forniva al sommozzatore, automaticamente, l'aria alla pressione dell'acqua esterna. La vera novità stava quindi proprio nella valvola che variava la pressione dell'aria erogata senza alcun intervento umano.

Nel 1864 l'apparecchio messo definitivamente a punto, dopo una serie di dimostrazioni pubbliche, ricevette anche un esplicito riconoscimento determinando perciò l'avvio della produzione di serie, ulteriormente esaltata dall'acquisto di diversi esemplari ordinato dal ministro

della marina francese nell'agosto del 1865. Ma la vera e massima notorietà giunse quattro anni dopo, con l'uscita del romanzo di Giulio Verne, *20.000 leghe sotto i mari*, in cui l'Autore fa adottare quell'autorespiratore al capitano Nemo, che con queste parole lo illustrava al professor Pierre Aronnax, naturalista al Museo di Storia Naturale di Parigi, affermando di potersi così muovere sul fondale liberamente:

> *«E in che modo si può essere liberi?» domandai.*
> *«Adoperando l'apparecchio Rouquayrol-Denayrouze inventato da due vostri compatrioti, ma che io ho perfezionato per mio uso; e che vi permetterà di avventurarvi in quelle nuove condizioni fisiologiche senza che i vostri organi abbiano assolutamente a soffrire; si compone di un serbatoio di spessa lamiera di ferro, nel quale immagazzino l'aria con una pressione di 50 atmosfere. Questo serbatoio si fissa sul dorso per mezzo di cinghie, come un sacco da soldato, e sulla parte superiore forma una scatola da cui l'aria, mantenuta da un meccanismo a mantice, non può uscire che alla sua tensione normale.*
> *Nell'apparecchio Rouquayrol, come è adoperato, due tubi di gomma elastica partendo dalla scatola vengono a finire in una specie i padiglione che imprigiona il naso e la bocca dell'operatore; uno serve a introdurre l'aria inspirata, l'altro all'uscita dell'aria espirata, e la lingua chiude o questo o quello secondo i bisogni della respirazione».*[3]

[3] Da J. VERNE, *Ventimila leghe sotto i mari*, Bergamo 2008, pp. 728-29.

Nel 1876 fu sviluppato ad opera di Henry Fleuss un autorespiratore a ossigeno, acronimo ARO, ancora una volta destinato ai salvataggi nelle miniere. Modificato nel corso della seconda guerra mondiale fu adattato all'impiego subacqueo, destinandolo in particolare agli incursori. Dal punto di vista operativo, infatti, l'apparecchio risultava ideale per gli assalti insidiosi: piccolo ingombro, lunga autonomia e nessuna emissione di bolle d'aria dal boccaglio. Funzionava a circuito chiuso riutilizzando l'aria espirata ed era costituito da una sorta di sacco elastico, definito 'polmone', da un filtro interno contenente calce sodata e da alcune piccole bombole di ossigeno, raccordate al polmone per mezzo di una valvola.

In alto e nella pagina a fianco, in basso: *illustrazioni di Alphonse de Neuville tratte dall'edizione Hetzel (1870) del romanzo di Giulio Verne, 20.000 leghe sotto i mari, relative all'utilizzo dell'apparecchio Rouquayrol-Denay- rouze.*
Nella pagina a fianco, in alto: *immagine tratta dalla locandina della trasposizione cinematografica del romanzo, del 1954.*

In fase di utilizzo il subacqueo inspirava l'ossigeno dal polmone tramite il boccaglio collegato con un tubo corrugato innestato ad una valvola a due vie, ed espirava sempre nel polmone, consentendo alla calce sodata di fissare l'anidride carbonica emessa. L'ossigeno necessario al metabolismo determinava il progressivo contrarsi del volume del polmone che perciò si ripristinava con l'immissione di nuovo ossigeno dalla bombola, sia in maniera manuale che automatica.

Al di sotto dei 10 m, che corrispondono alla pressione di 1 kg/cm^2, l'ossigeno diviene tossico per cui l'autorespiratore ARO non poteva essere utilizzato per immersioni molto profonde. Al suo posto comparve nel 1943, inventato da Jacques Cousteau ed Emile Gagnan un autorespiratore ad aria, acronimo ARA, definito pure a circuito aperto che evitava i pericoli derivanti dall'ossigeno sotto pressione. Si differenziava dal precedente per non avere il riciclaggio dell'aria, per cui quella inspirata da un bombola caricata ad alta pressione, una volta erogata non tornava più al polmone ma veniva rilasciata nell'acqua.

In questa pagina: *immagini relative al respiratore ad ossigeno (ARO) brevettato da Henry Fleuss.*
Nella pagina a fianco: *una pagina di pubblicità del 1954 della versione commerciale, ormai a lungo collaudata, del respiratore ad aria (ARA) brevettato nel 1943 da Jacques Cousteau e Emile Gagnan.*

Cpt. Jacques Y. Cousteau

Captain Cousteau, with physicist Emile Gagnan the co-inventor of the Aqua Lung, is the President and Chairman of the Board of the new U.S. Divers Co. For the last six years, Captain Cousteau, a former French Navy officer, has directed a series of oceanographic research expeditions aboard the "Calypso," famous floating marine laboratory, accompanied by the world's most experienced divers, geologists, biologists and underwater photographers.

Jacques Cousteau brings a fresh, authoritative and dedicated approach to skin diving in America. Under his leadership U.S. Divers offers unmatched resources in experience, research and engineering facilities in the diving field.

DA or DW

THE FAMOUS AQUA-LUNG, SYMBOL OF SAFETY

SAFETY is the greatest single factor the diver demands in his underwater breathing equipment. Here are facts about the Aqua-Lung.

- The U.S. Navy uses the Aqua-Lung 10 to 1 over all other units combined.
- Hollywood has chosen Aqua-Lung exclusively for major motion picture productions.
- More Aqua-Lungs have been sold in the past 10 years than all other diving apparatus combined in a century.

LET'S LOOK AT THE RECORD

- After 11 years and millions of hours of diving time, Aqua-Lung has a record of **NOT ONE CASUALTY** due to mechanical failure.
- The tried and proven Aqua-Lung, the magic name for safety, quality and dependability, is the pivot around which the diving industry revolves.
- U.S. Divers new factory is dedicated exclusively to the manufacture and distribution of the Aqua Lung and the finest diving equipment available anywhere.

DX Over-Pressure

AQUA-LUNG REGULATORS AND TANK BLOCKS FIT EVERY DIVER'S NEEDS—EVERY DIVER'S POCKETBOOK

Our 1957 Catalog lists and illustrates all Aqua-Lung combinations.

NOW! THE NEW AQUA-MATIC REGULATOR

DA NAVY TWO-STAGE REGULATOR with **EJ NAVY TANK BLOCK, "J"** Constant Reserve Valve	$160.00
DW STREAM AIR REGULATOR, Single Stage	65.00
DX OVER-PRESSURE REGULATOR, Chromed Brass Housing, Venturi action	50.00
DY JET AIR REGULATOR. Single Stage, Fiberglass Housing	45.00
FJ2 NAVY TWIN TANK BLOCK with "J" Constant Reserve Valve. (U.S. Navy used and approved)	145.00
AM AQUA-MATIC REGULATOR, Single Hose Type (Available May delivery)	79.95
AM-DK SHALLOW WATER AQUA-LUNG. Complete with AQUA-MATIC REGULATOR and 71.2 cu. ft. Tank Block with "K" Valve. No reserve	79.95

DY Jet Air

AM Aqua-Matic

THE FAMOUS AQUA-LUNG — FIRST IN SAFETY! FIRST IN ENGINEERING KNOW HOW! FIRST IN DIVER ACCEPTANCE!

FJ-2

U.S. DIVERS CO.

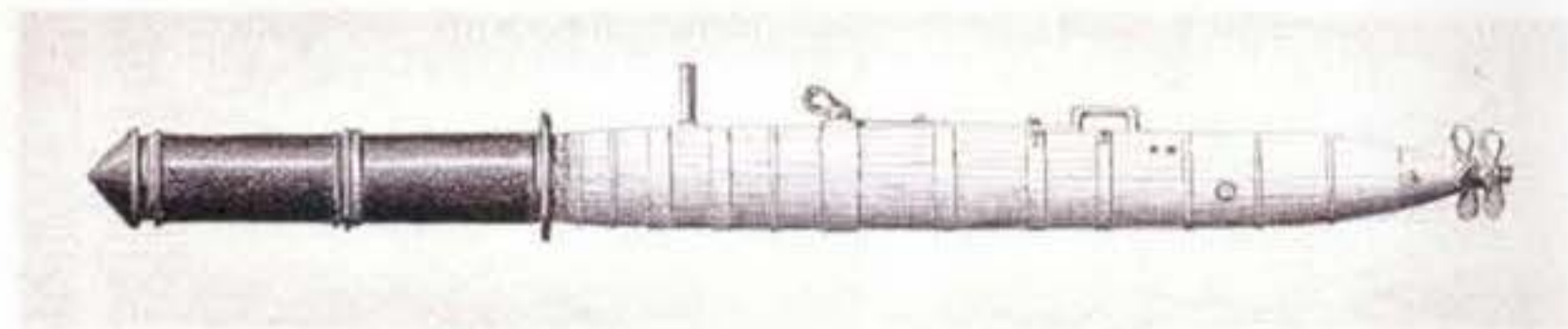
11201 WEST PICO BOULEVARD LOS ANGELES 64, CALIF BRADSHAW 2-7905

9.5. L'impresa di Alessandria nelle relazioni dei protagonisti

Le caratteristiche funzionali dell'autorespiratore ARO sembrarono immediatamente ideali per eventuali incursori subacquei, che come abbiamo visto, almeno operativamente e nei ristretti limiti fisiologici naturali vantavano una ultramillenaria tradizione. La breve permanenza sotto le onde passava suo tramite, infatti, dai pochissimi minuti a numerose ore consentendo perciò con relativa calma di operare insidiosamente sotto le carene nemiche provocandone l'affondamento o il grave danneggiamento delle rispettive navi. Fra i primi a studiare tattiche ed applicazioni del genere spiccano gli uomini della Marina da Guerra Italiana che dovettero studiare, oltre al mero autorespiratore, un natante capace di trasportarli per diverse miglia sempre in immersione insieme alla pesante carica esplosiva, circa 3 quintali, e ai relativi dispositivi di aggancio agli scafi nemici. L'idea prodromica scaturì dalla torpedine ad aggancio magnetico, che così descrisse uno dei suoi inventori, Raffaele Paolucci, 1892.1958, singolare figura di illustre clinico ed al contempo di acuto tecnico ed ardito incursore:

"La mia torpedine avrebbe dovuto avere una lunghezza di 160 cm, un diametro di circa 60 cm, una forma ogivale con due camere d'aria, una a poppa ed una a prua. L'esplosivo di un quintale di tritolo compresso sarebbe rimasto al centro,e tra la massa esplosiva e l'ogiva prodiera sarebbe stato collocato un apparecchio di orologeria regolabile dal di fuori, per l'accensione del detonante e quindi della torpedine. Arrivati sotto il bordo nemico ed aperta la camera d'aria poppiera, la posizione della torpedine da orizzontale sarebbe divenuta verticale. Una corda lunga poco più di quattro metri e che avrei portata aggirata intorno alla mia vita e con un capo già attaccato alla torpedine, sarebbe stata fissata a un qualsiasi ombrinale, una qualunque escrescenza della nave, nella peggiore delle ipotesi all'ultimo scalino di un barcarizzo. Allora avrei caricato l'apparecchio di orologeria in maniera che lo scoppio avvenisse di lì ad un'ora, avrei aperto la camera d'ria prodiera, e la torpedine sarebbe affondata di circa quattro metri fino a tendere la corda cui sarebbe rimasta sospesa. L'ora di tempo necessaria allo scoppio mi avrebbe consentito di rifare la strada già percorsa nell'andata, questa volta alleggerito dal peso della torpedine, di scavalcare nuovamente le ostruzioni retali e di aspettare subito fuori l'effetto dello scoppio. Dopo di che, uscito più al largo e con le spalle rivolte al nemico, avrei cominciato a far funzionare una lampadina elettrica impermeabile, onde segnalare la mia presenza al motoscafo italiano in attesa."[4]

Da quell'archetipo, in rapida successione, fu elaborato un secondo ordigno subacqueo, costituito da un propulso-

[4] La citazione è tratta da J. V. Borghese, *Decima Flottiglia Mas*, Milano 1967, p 3.

re di siluro ad aria compressa, regolabile tramite una manovella dal suo esterno, che lo stesso Paolucci così descrisse:

"Alla testa del siluro sono agganciate saldamente due torpedini che contengono ciascuna 170 kg di tritolo. L'accensione avviene automaticamente all'ora voluta mercé un apparecchio di orologeria. Esiste inoltre uno speciale apparecchio magnetico (mignatta) per tenere attaccata automaticamente la torpedine allo scafo nemico. Questi apparecchi magnetici di circa 20 cm di lunghezza e di non oltre 6-7 cm di spessore sono nascosti in una specie di ripostiglio entro ogni torpedine. Giunti sotto il bordo è congiunta una corda forte, sottile, di circa quattro metri di lunghezza, così che la torpedine non affondi oltre tale profondità. Il distacco della torpedine dal siluro propulsore avviene con estrema facilità. La forza di propulsione corrisponde a quaranta cavalli; e si possono percorrere dalle tre alle quattro miglia l'ora, con una carica utile a coprire una distanza massima di otto o dieci miglia."[5]

Da questo più sofisticato ordigno partiranno per la progettazione di una nuova micidiale arma subacquea due giovani ingegneri del genio navale, Teseo Tesei, 1909-1941, ed Elios Toschi. Quest'ultimo così ce lo tramanda:

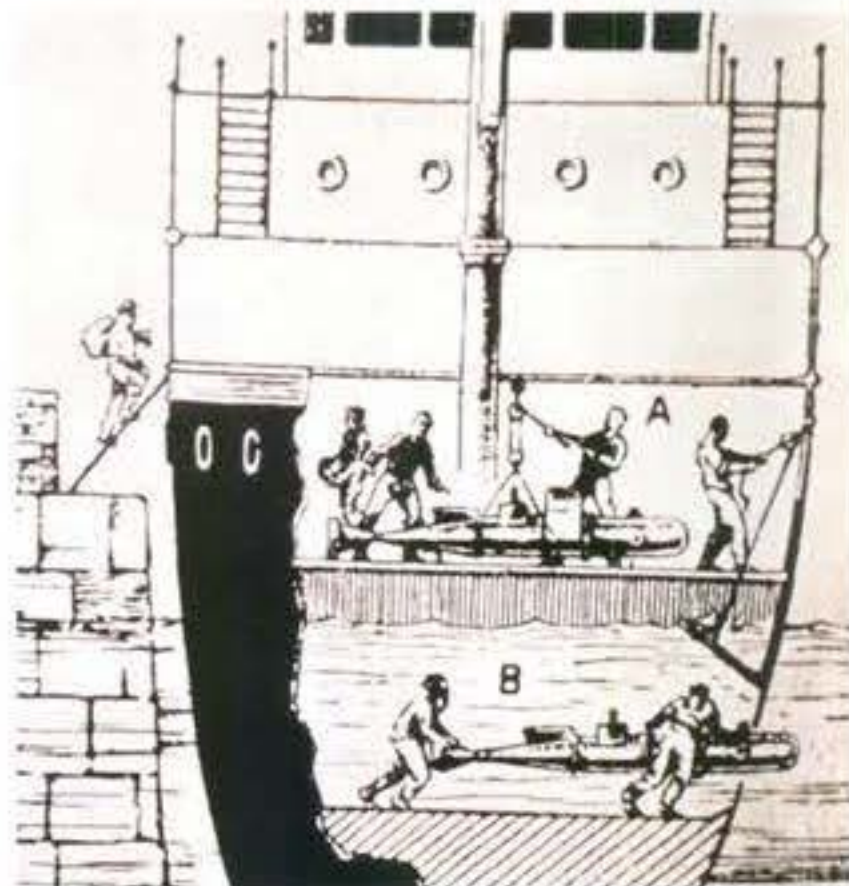
"Il nuovo strumento bellico, di dimensioni e di forma molto simili a quelle di un siluro, è in realtà un minuscolo sottomarino di caratteristiche completamente nuove, a propulsione elettrica, con un volante di manovra simile a quello degli aerei. La particolare strabiliante novità è che l'equipaggio, invece di rimanere rinserrato, e in un certo senso, impotente all'interno, resterà al di fuori. I due uomini, autentici aviatori degli abissi marini, stando a cavallo del piccolo 'aereo' subacqueo, appena protetti dall'urto frontale dell'acqua da uno schermo ogivale di vetro plastico... di notte, immersi nelle tenebre più fitte, guidati dai fosforescenti apparecchi di navigazione, potranno dirigersi ed attaccare, protetti da una completa invisibilità. L'equipaggio, libero dalla struttura di acciaio, mobile, agile, potendo posarsi sul fondo del mare e su questo camminare, agire e dirigersi, essendo in grado di tagliare reti e sollevare ostacoli con gli strumenti ad aria compressa in suo possesso, potrà arrivare dovunque, superare qualsiasi ostruzione, qualsiasi ostacolo. Muniti di un respiratore a grande autonomia, gli operatori potranno, senza alcun collegamento con la superficie, respirare e navigare sott'acqua a quote variabili fino a trenta metri, trasportando dentro un porto nemico una potente carica di alto esplosivo. Completamente invisibili, al di fuori della sensibilità acustica di qualsiasi apparecchio ultrasonoro, essi potranno poi manovrare nell'interno del porto fino a raggiungere la carena di qualche grande unità, assicurandovi la carica che, esplodendo, ne determinerà l'affondamento."[6]

La nuova arma che propriamente venne definita siluro pilotato a lenta corsa, o SLC, ebbe subito il curioso soprannome di *maiale*, che da quel momento si impose. Le sue caratteristiche tecniche nella versione Teseo-Toschi, furono così dettagliate:

"È una specie di siluro lungo m 6.70, di cm 53 di diametro, sul quale montano a cavalcioni due uomini: da-

[5] *Ibidem*, p. 4.

[6] *Ibidem*, p. 6.

Nella pagina a fianco: *la Torpedine S1 "Mignatta" ideata da Rossetti e Paolucci.*
A fianco: *Teseo Tesei, ingegnere ed operatore della X[a] Flottiglia MAS.*

In alto e nella pagina a fianco: *un SLC, siluro a lenta corsa o "maiale".*
A fianco: *la cabina di un SLC.*
Sopra: *spaccato della nave appoggio Olterra. I S.L.C. uscivano da una camera stagna ricavata nel fondo della nave.*

vanti il pilota (sempre un ufficiale), dietro in tandem, il suo secondo. Le loro gambe sono appoggiate a due staffe; un parabrezza serve da frangi-onde. La velocità massima è di miglia 2.5 (il che giustifica la sua denominazione ufficiale: siluro a lenta corsa –SLC); ha un raggio d'azione di circa 10 miglia; può immergersi fino a 30 metri (limite che fu spesso oltrepassato in missioni di guerra). L'immersione e l'emersione sono ottenute col riempimento o svuotamento di casse mediante pompe elettriche. Il motore propulsore è elettrico, l'energia è fornita da una batteria di accumulatori di 30 elementi, con tensione complessiva di 60 volts; 4 marce consentono di regolare la velocità mediante un volantino collegato ad un reostato. Il comando dei timoni è simile alla cloche dell'aereo, e uguale il suo uso. Sul cruscotto, davanti al pilota, vi è il quadro degli strumenti di controllo consistenti in un manometro di profondità, una bussola magnetica, un voltimetro, un amperometro, un manometro che registra la pressione delle casse di assetto e una livella a bolla d'aria. Gli strumenti di controllo sono tutti fosforescenti per permettere la lettura notturna subacquea.

Esaminiamo ora il 'maiale' da prora a poppa. La testa (lunga m 1.80) che contiene 300 kg di esplosivo, si può staccare dal resto mediante una braga di facile maneggio. Viene poi nel corpo del siluro, la cassa assetto di prora e sopra, alla stessa altezza, il posto del primo pilota col parabrezza, cruscotto e strumenti di comando e controllo. Al centro sono le batterie degli accumulatori e il locale motore, sovrastati dalla cassa per la rapida

immersione manovrata da una leva e cominciante con l'esterno con un tubo che sfoga l'aria. Il suo esaurimento avviene mediante l'aria ad alta pressione contenuta in bombole disposte a tergo. Ecco ora il posto del secondo uomo che poggia le spalle ad un cofanetto contenete gli strumenti di lavoro: alza reti e taglia-reti ad aria compressa, cesoie, i morsetti detti «sergenti», per la manovra di attacco della carica alla nave nemica, cima abbondante che occorre ugualmente per la manovra e che, avvolta su un'assicella di legno, nel nostro gergo si chiama «ascensore». Nel corpo del siluro viene poi la casa d'assetto di poppa, il locale dell'albero dell'elica, l'elica circondata da un reticolo di protezione, il timone orizzontale di profondità e quello veryicale di direzione, entrambi comandati dalla cloche.
L'abito di cui sono rivestiti i piloti è uno scafandro di tessuto gommato che li ricopre interamente. Escluse la testa e le mani: il vestito Belloni (dal comandante Angelo Belloni, suo inventore), una guaina ermetica in cui si entra da un'apertura centrale dotata di un ingegnoso sistema di chiusura stagna. Per la respirazione subacquea, il pilota indossa un autorespiratore alimentato da bombole di ossigeno puro ad alta pressione che assicurano un'autonomia di circa sei ore. Dal sacco-polmone di gomma dell'autorespiratore un tubo corrugato flessibile porta l'ossigeno a (a ridottissima pressione) alla maschera. L'espirazione avviene attraverso lo stesso tubo e sfoga in una capsula di calce sodata che ha la funzione di trattenere e assorbire l'anidrite carbonica prodotta dalla respirazione."[7]

La missione contro le due navi da battaglia inglesi ormeggiate nel porto di Alessandria d'Egitto, la *Queen Elizabeth* e la *Valiant*, utilizzò come mezzo di avvicinamento il sommergibile *Scirè* appositamente attrezzato, al comando del capitano di corvetta Junio Valerio Borghese, 1906-1974, ed entrò nella sua fase finale il 17 dicembre quando stando al diario del suo comandante:

> *Dato il punto nave ottenuto e le condizioni meteorologiche che si presentavano favorevoli decido l'azione per la sera del 18 sperando di ricevere frattanto informazioni precise sulla presenza di navi in porto.*[8]

[7] *Ibidem*, pp. 20-22.
[8] *Ibidem* p. 184.

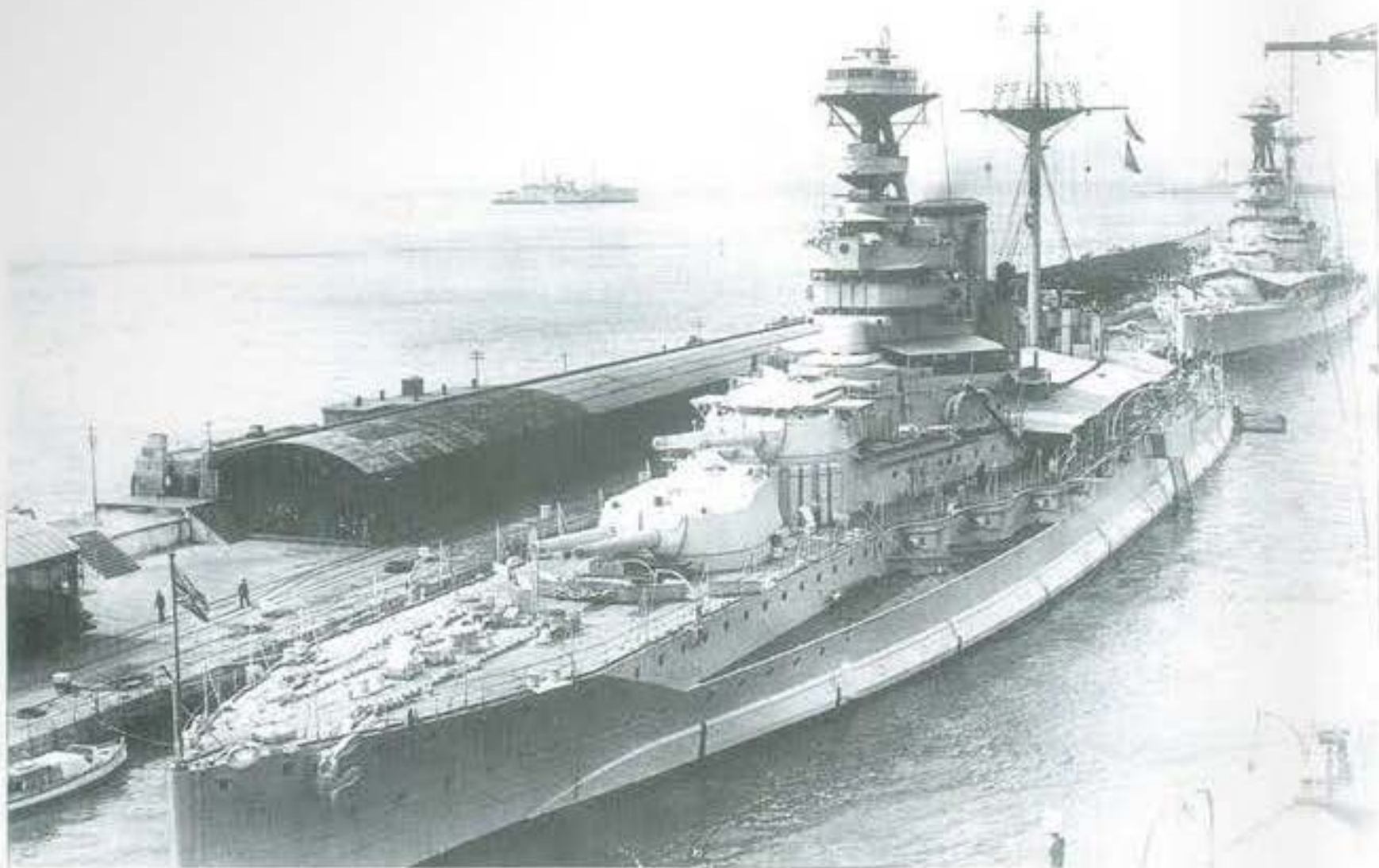
In alto: *un SLC in navigazione in emersione.*
Nella pagina a fianco: *il sommergibile Scirè.*

Le informazioni giunte nella stessa serata confermano la presenza delle due navi da battaglia, eccitando sia l'equipaggio che gli operatori dei maiali. Prosegue il comandante:

Non appena mi risulta dall'esplorazione al periscopio che il buio è totale, vengo a galla di quel poco che è sufficiente per poter aprire il portello (in affioramento, come si dice in termine tecnico) e salgo in plancia. Tempo ideale: notte buia, mare calmissimo, cielo sereno. Davanti a me, vicinissima sta Alessandria: ne rilevo alcuni edifici caratteristici e determino la posizione; con grande soddisfazione constato che ci troviamo, con l'approssimazione del metro, sul punto previsto. Risultato eccezionale, dopo 16 ore di navigazione cieca! Subito dopo, coi piloti infagottati nei vestiti da sommozzatore e l'autorespiratore indossato, ha luogo la cerimonia di auspicio; non parole, né abbracci: «Comandante,» chiedono, «dateci il calcio portafortuna.» E con questo strano rito, nel quale metto molto slancio perché il mio augurio sia sentito, avviene il congedo.
Salgono per primi i due capi equipaggi di riserva: Feltrinelli e Spaccarelli. Hanno il compito di aprire i portelli dei cilindri, in modo che agli operatori tale fatica sia risparmiata. Ad uno ad uno, de la Penne e Bianchi, Marceglia e Schergat, Martellotta e Marino, paludati nel nero vestito, le mosse impacciate dall'autorespiratore, salgono la scaletta e spariscono nel buoi della notte e del mare. Mi poso sul fondo.
Pochi minuti dopo, gli idrofoni rivelano che i tre equipaggi si allontano. Che Iddio li accompagni e li aiuti![9]

Da quel momento i tre 'maiali' sono del tutto autonomi nella loro impresa che così verrà rievocata dai rispetti equipaggi:

Relazione di Durand de la Penne
Decido di eseguire la navigazione in superficie. Il mio vestito fa acqua, il respiratore va bene. Navighiamo in formazione senza respiratori, con Marceglia sulla sinistra e Martellotta sulla dritta. Essendo in anticipo sull'orario apriamo il tubo porta viveri e facciamo colazione. Continuiamo la stessa rotta. Dopo circa cinque minuti sentiamo il primo scoppio di bomba; ci avviciniamo alle ostruzioni. Vediamo e sentiamo parlare alcune persone sull estremità del molo. Vediamo anche un grosso motoscafo che incrocia silenziosamente dinanzi al molo e che lancia bombe. Le bombe ci danno abbastanza fastidio. Navigo senza respiratore, solamente con la testa fuori. Ho perduto il collegamento con Marceglia. Vedo di poppa delle macchie scure che si avvicinano rapidamente: sono tre grossi cacciatorpediniere. Passo a pochi centimetri dalla prua del primo. Aumento velocità ed esco in superficie. Entro in porto insieme col secondo caccia mentre l'onda del terzo mi butta sotto la boa. Perdo il contatto con Martellotta. Il terzo caccia è a

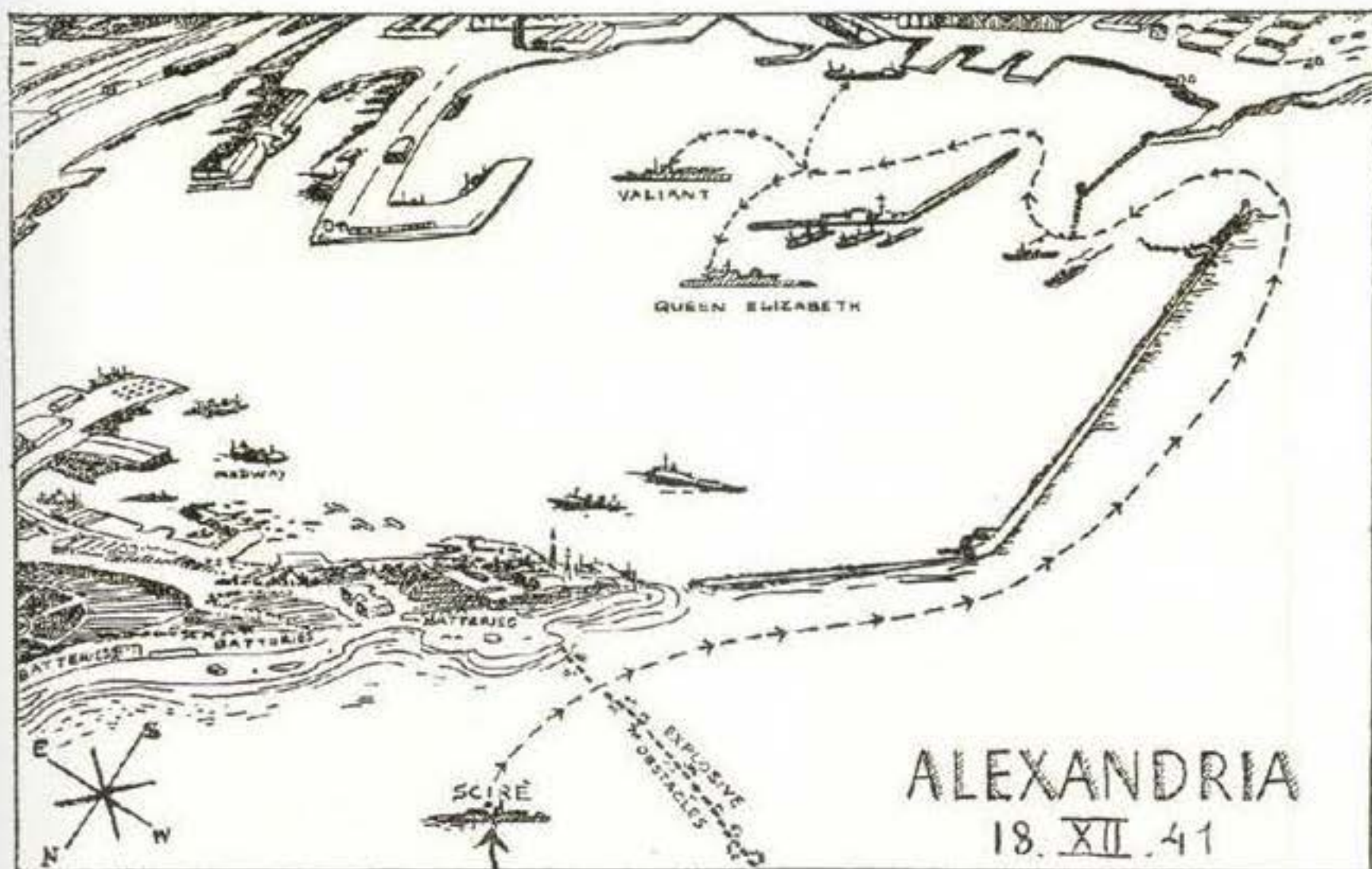
[9] *Ibidem* p. 184.

poca distanza. Vedo chiaramente l'equipaggio che traffica. Ho molto freddo perché il vestito continua a fare acqua. Arrivo al posto d'ormeggio della nave francese 'Lorraine' e avvisto la massa scura del mio bersaglio. Sono circa le due del 19 dicembre e mi trovo a 30 metri di distanza dalla corazzata. M'immergo a quota 7 metri e mi avvicino.

Dopo poco urto contro la carena. Il freddo mi ha reso le mani inutilizzabili e non riesco a fermare il motore. Casco sul fondo fermandomi a 17 metri. Sono molto pesante, per l'acqua che ho nel vestito, devo abbondantemente riempire il sacco del respiratore per avere la spinta necessaria per portarmi a galla. Rilevo di essere a circa 15 metri al traverso delle torri di prua. Non riesco a vedere la sentinella. Scendo sul fondo e tento di mettere in moto l'apparecchio, ma non parte. Decido di andare a poppa ad aiutare Bianchi, ma mi accorgo che il mio secondo è scomparso: suppongo che deve essere svenuto e quindi spinto a galla. Ritengo che non sia opportuno lasciare a galla il palombaro perché segnalerebbe la nostra presenza. Arrivato in superficie e non trovando Bianchi, decido di portare il 'maiale' sotto la nave. L'apparecchio non parte, un cavo di acciaio si è incastrato nell'elica. Dovrò trascinarlo sul fondo fangoso. Dopo qualche minuto sono tutto sudato. Gli occhiali sono appannati e non vedo nulla. Mi fermo per pulire gli occhiali. Durante questa operazione allago la maschera. Provo a scaricare l'acqua dall'interno, ma non ci riesco. Devo quindi berla. Le pieghe della tuta mi fanno molto male. Sento che mi avvicino, causa l'aumentare dei rumori di bordo. Gli ultimi metri sono i più duri: lavoro meccanicamente senza capire dove vado e cosa faccio.

Sono passati circa 40 minuti da quando ho cominciato. Ricomincio a trascinare l'apparecchio fino al completo esaurimento delle mie forze. Copro il cruscotto col fango per evitare che la luminosità possa indicare la posizione per eventuali ricerche, quindi mi porto in superficie lungo lo scafo. Da bordo m'illuminano con proiettori e mi tirano una scarica di mitragliatore. Vado allora sotto bordo e mi dirigo verso la boa di prua della corazzata, lì trovo Bianchi che mi dice di essere svenuto. Gli dico che tutto è a posto e che le spolette sono in moto. Intanto da bordo ci prendono in giro, credono che la nostra missione sia fallita: parlano di italiani. Faccio

notare a Bianchi che fra poco avranno una diversa considerazione degli italiani. Sono le tre e mezzo.
Veniamo portati sul quadrato. Viene un ufficiale e mi dice che non abbiamo avuto fortuna. Sono circa le quattro, il comandante della nave mi chiede anche lui dove ho messo la carica. Mi rifiuto di rispondere. Mi fanno scendere con Bianchi e con la scorta. Chiedo dove siamo e mi dicono che siamo sotto le torri di prua; ritengo quindi che la carica sia proprio sotto di noi. Gli uomini di scorta sono pallidi e gentili. Mi danno del rum e mi offrono delle sigarette. Dai nastri dei loro berretti, costato che sono sulla corazzata 'Valiant'. Quando mancano dieci minuti all'esplosione chiedo di parlare al comandante. Gli dico che fra pochi minuti la sua nave salterà, che non c'è più niente da fare e che, se voleva, poteva mettere in salvo l'equipaggio. Il comandante mi chiede ancora dove ho messo la carica, e siccome non rispondo mi fa accompagnare di nuovo nella cala. Sento gli altoparlanti che danno ordine di sgomberare la nave. Rinchiuso nuovamente al buio nella cala, dico a Bianchi che è andata male, che per noi è finita, ma che possiamo essere soddisfatti per la missione compiuta. Bianchi però non risponde, mi accorgo che non c'è più. Passano alcuni minuti e avviene l'esplosione. La nave ha una fortissima scossa. Il locale è invaso dal fumo. Non ho nessuna ferita.
La nave sbanda sulla sinistra. Salgo la scaletta e trovato il portello aperto, vado verso poppa. Sono solo. Vedo un orologio che segna le sei e un quarto. Raggiungo la poppa dove sono molti ufficiali e mi metto a guardare la corazzata 'Queen Elizabeth' che è a circa 500 metri. L'equipaggio della 'Queen Elizabeth' è sulla prua. Passano pochi secondi e anche questa corazzata salta. Si solleva sull'acqua e dal fumaiolo escono pezzi di ferro, altri oggetti e nafta che arrivano in coperta da noi e sporca tutti quanti. Dopo un quarto d'ora ritrovo Bianchi. Ci conducono a terra. Nel campo di concentramento di Alessandria troviamo alcuni ufficiali italiani che hanno udito le esplosioni. Alcuni infermieri italiani mi offrono un'ottima pastasciutta.

Nella pagina a fianco: *la HMS Queen Elizabeth ancorata ad Alessandria poco prima dell'attacco dei MAS.*
In alto: *la stessa nave circondata da dispositivi anti torpedine.*

Relazione di Marceglia
Avvisto alla distanza di circa 300 metri il mio bersaglio, la nave da battaglia 'Queen Elizabeth'. A un certo momento ritengo di essere sotto lo scafo della nave. Avanzo di qualche metro, ora il rumore è molto forte e faccio eseguire una ricognizione. Il palombaro Schergat mi fa segno di salire. Sono in corrispondenza con l'aletta di rollio alla quale assicuro l'apparecchio con un morsetto. Mando il palombaro all'altra aletta per eseguire il collegamento. Nella suddivisione del lavoro, avevo assegnato al palombaro questa fase, avendo verificato la mia scarsa capacità di mantenere l'equilibrio e la direzione sott'acqua di notte. Il primo tentativo non riesce. Schergat ritorna e gli ordino di ritentare. Dopo un certo tempo, che mi sembra enorme, ricevo finalmente il segnale: è arrivato dall'altra parte. Gli porto l'altro morsetto e assicuriamo il cavetto all'aletta di rollio di sinistra. Ritorniamo all'apparecchio; Schergat, staccata la carica, mi avverte che si sente male. La lunga respirazione d ossigeno e il lavoro a 10 metri di profondità, gli hanno prodotto un inizio d avvelenamento da ossigeno con le caratteristiche scosse epilettiche. Termino il lavoro da solo e porto la testa dell'apparecchio in corrispondenza della chiglia della nave.
Sono circa le tre e venticinque del 19 dicembre. Riprendiamo la navigazione. Passando di prora alla nave scorgo una luce della 'Valiant' puntata sull'acqua. Forse c'è qualcosa che non va per i miei compagni. Alle quattro e mezzo tocchiamo terra, ci liberiamo delle tute, le nascondiamo sotto una barca restando in divisa, indi ci avviamo in cerca di un'uscita. Stiamo per varcarla quando un arabo ci ferma. Attraversiamo uno spiazzo e finalmente raggiungiamo la strada. Dopo pochi metri siamo fermati da un soldato sudanese. Gli parlo in francese; non capisce e chiama un'altra sentinella. Alla fine ci scambiano per marinai francesi che hanno perduto la strada e c indicano la via per l'imbarcadero. Verso le sei comincia ad albeggiare. Rovesciamo i polsi delle maniche per nascondere i galloni e il collo della giacca all'interno per occultare le stellette. Alle sei e cinque sentiamo uno scoppio. Alle sei e quaranta entriamo nel bar della stazione per rifocillarci e per scaldarci. Al momento di pagare con una delle banconote da cinque sterline che c erano state date, il cameriere dice di non

conoscere la moneta. Si reca all'ufficio militare della stazione e allo sportello della biglietteria, ma nessuno vuole cambiarla. La valuta inglese, già da tempo, non aveva più corso in Egitto e il cambio era autorizzato solo nelle banche, previa identificazione dell'interessato. Prendo una carrozzella e passo dai vari cambiavalute, ma tutti rifiutano. Finalmente trovo un ambulante che mi dà 380 piastre. Pago il bar, la carrozzella e altre mance. Quella mattina ci stendiamo al sole ad asciugare noi e i nostri soldi. Verso mezzogiorno torniamo in città a mangiare in un ristorante a buon prezzo. Vagabondiamo un po'. Finalmente alle quindici e trenta prendiamo il treno per Rosetta. Un poliziotto egiziano mi ferma all'uscita della stazione. Gli racconto che siamo due marinai francesi. Lui ci domanda perché siamo senza documenti, ma alla fine si offre di portarci a mangiare e all'albergo. Ci fa spendere molto, ma per lo meno ce la caviamo. Il giorno seguente lo stesso poliziotto viene a prenderci in albergo e usciamo con lui a passeggio. Sono sempre assillato dal bisogno di denaro e nessuno vuole le nostre sterline. Alle ore diciassette del venti dicembre siamo fermati e perquisiti da alcuni agenti. Mi trovano la tessera di ufficiale e dopo qualche minuto riescono a decifrare "R. Marina Italiana". È la fine.

Relazione di Martellotta

A bordo del sommergibile 'Scirè', alle ore sedici del diciotto dicembre 1941, ricevo dal Comandante il seguente ordine d'operazione: "Attaccare una grossa petroliera carica e disporre nelle immediate vicinanze quattro bombe incendiarie". Io mi permetto di obbiettare: "Comandante, io obbedisco; però vorrei farle presente che sarebbe stata ambizione mia e del mio palombaro di attaccare una nave da guerra". Il Comandante accetta questa mia osservazione e, per accontentarmi, poiché sapeva del probabile rientro in porto di una portaerei, modifica come segue il precedente ordine: "Ricercare nei suoi due posti d'ormeggio abituali la nave portaerei e attaccarla; in caso negativo tralasciare qualsiasi altro bersaglio e attaccare una grossa petroliera cari-

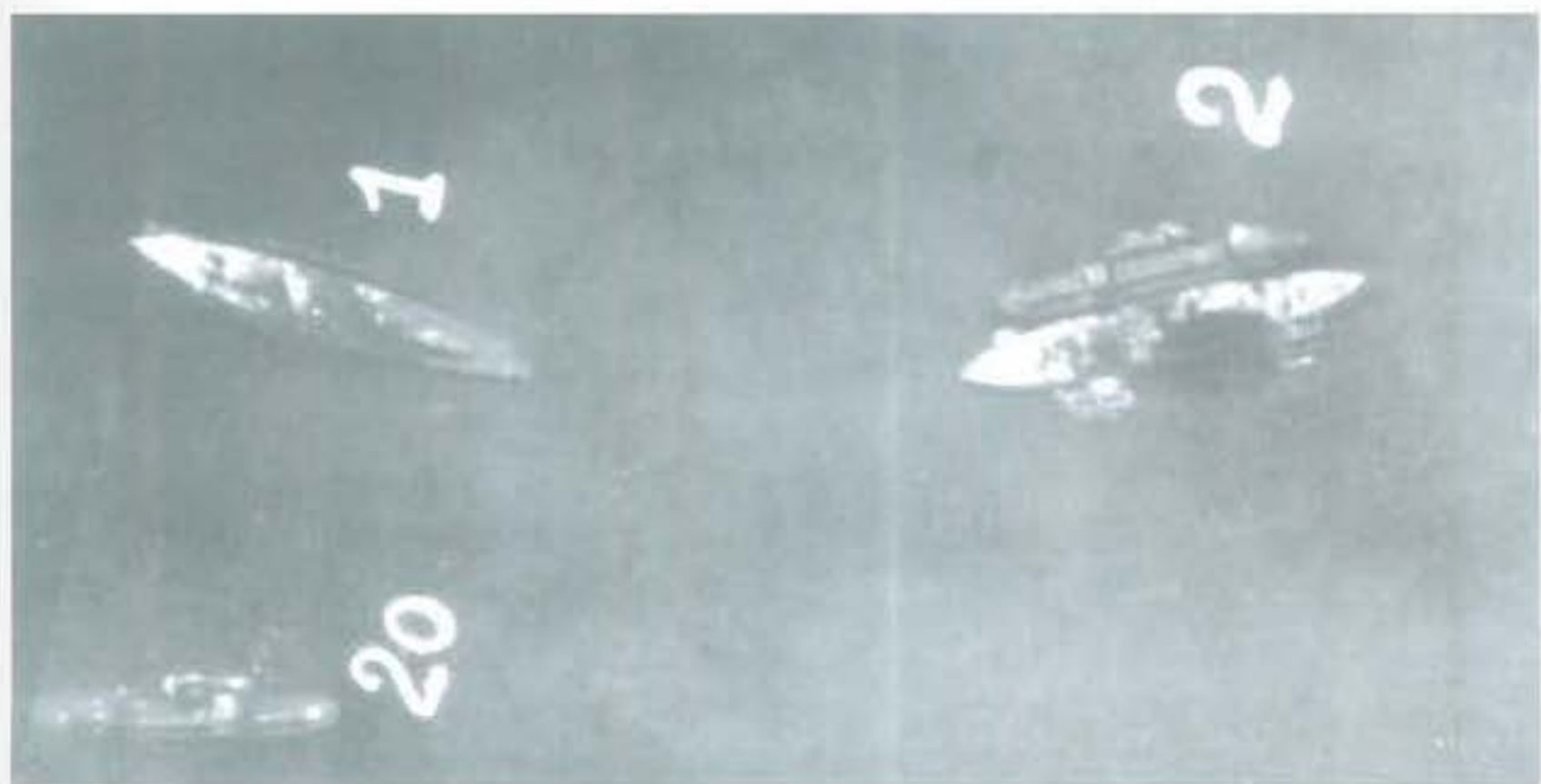
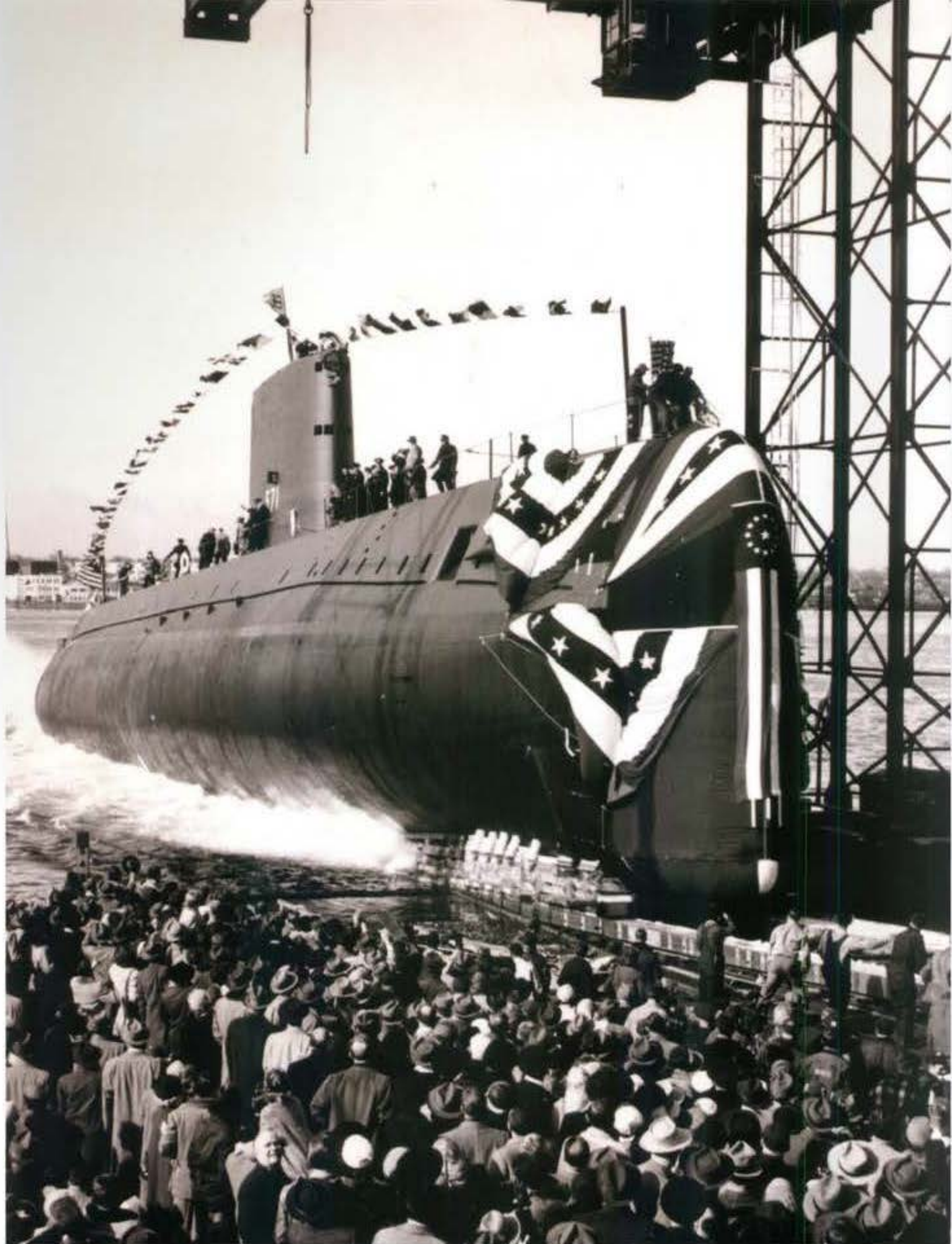
Nella pagina a fianco: *la HMS Valiant in bacino galleggiante.*
In alto: *schema di attacco dei MAS alle due unità inglesi nella baia di Alessandria d'Egitto.*

ca". Il mare è calmo, la notte buia e intorno a noi tutto è tranquillo. Stiamo avanzando lentissimamente quando il palombaro Marino mi dà un colpo sulla spalla: "Tutto a dritta" dice. Per poco non siamo investiti da una nave. Inizio la ricerca della portaerei, ma inutilmente (seppi in seguito che era partita prima della nostra azione). Ad un certo momento mi trovo davanti la prua di una nave da guerra. Ritengo mio dovere attaccarla anche se così facendo vengo a disobbedire agli ordini. Quando sto per accingermi all'attacco, noto che i cannoni delle torri devono essere inferiori ai nostri 152: quindi ho da fare con un incrociatore, non con una corazzata. Un po' a malincuore decido di rinunciare a questo bel bersaglio già a portata di mano per andare in cerca della grossa petroliera.
Dopo circa un quarto d'ora di ricerche, sono costretto a togliermi la maschera a causa del mal di testa e di un urto di vomito. Continuo senza maschera verso la zona delle petroliere, finché ne vedo una grossa e carica che, stimo sulle sedicimila tonnellate. Provo ancora una volta a rimettere la maschera, ma non riesco a sopportare il boccaglio. Decido allora di eseguire l'attacco in superficie. Mentre Marino sta lavorando sotto la carena, una nave più piccola si affianca alla nostra. Chiedo a Marino, con i soliti segnali, come va, e lui risponde che va bene. Quando torna a galla gli mostro la seconda unità, e lui, contento mormora: "Speriamo che resti qui ancora per tre ore, così sarà servita anche lei". Depositate le bombe incendiarie ad un centinaio di metri dalla nave, mi avvio con Marino per uscire dal porto. Ad una barriera siamo fermati ed arrestati da alcune guardie egiziane. Veniamo condotti in un ufficio dove troviamo due tenenti della polizia egiziana che cominciano ad interrogarci. Il mio orologio subacqueo è sul tavolo con altri oggetti sequestrati, sono esattamente le cinque e tre quarti del 19 dicembre. Pochi secondi dopo si sente una forte esplosione che fa tremare il caseggiato. Più tardi, mentre saliamo in macchina, se ne sente una seconda più lontana e, più tardi ancora, una terza.[10]

Questo infine un sintetico resoconto dell'impresa descritta dagli inglesi: "La notte del diciannove dicembre 1941, l'ammiraglio Cunningham riposava nel suo alloggio a bordo della "Queen Elizabeth" quando, verso le quattro, un ufficiale si precipitò a svegliarlo per annunciargli che due sommergibilisti italiani erano stati trovati sulla boa prodiera della "Valiant". Cunningham valutò immediatamente il pericolo, memore di quanto era accaduto a Suda e Gibilterra. Da tempo si attendeva un attacco italiano contro la flotta. Il servizio segreto gli aveva riferito che la Marina Italiana possedeva dei piccoli apparecchi d'assalto che potevano navigare in superficie o immersi portando le loro micidiali cariche fin sotto la carena delle navi. Egli ordinò subito che i due prigionieri fossero interrogati allo scopo di conoscere per quale motivo si trovavano nel porto egiziano. Quando gli comunicarono che gli italiani si rifiutavano di parlare, ordinò immediatamente che essi venissero rinchiusi in una cala prodiera della 'Valiant', situata bene al disotto della linea di galleggiamento. L'ammiraglio sperava evidentemente che i due italiani, trovandosi rinchiusi a bordo della nave condannata, si sarebbero decisi ad indicare il punto dove avevano nascosto le cariche. La 'Valiant' esplose pochi minuti dopo, e la stessa sorte toccò alla petroliera 'Sagona' la cui esplosione danneggiò gravemente anche il cacciatorpediniere 'Jervis' (l'affondatore del 'Pola') che le si era affiancato. Dopo una ventina di minuti, mentre Cunningham si trovava a poppa per osservare il disastro, anche la 'Queen Elizabeth' esplose: l'ammiraglio fu proiettato in aria per circa un metro e mezzo, per sua fortuna non riportò alcuna ferita. Sei uomini avevano messo fuori combattimento più di settantamila tonnellate di naviglio nemico. Una cosa inaudita. La flotta inglese del Mediterraneo, con la perdita delle ultime due corazzate efficienti, era in una situazione criticissima. Le navi poggiavano sul fondo e dalle fotografie della ricognizione aerea il danno non fu valutato in pieno. In Italia si pensò che si trattasse solo di lievi danneggiamenti, invece la 'Valiant' rimase immobile fino al marzo del 1942 e fu poi portata a Durban per altri sei mesi di lavori; la 'Queen Elizabeth' ne ebbe per un tempo assai più lungo. Non partecipò più ad alcun operazione navale fino alla fine della guerra e fu poi disarmata. Churchill informò il Parlamento inglese soltanto nell'aprile del 1942 quando il momento critico per la squadra inglese era passato. Gli inglesi ebbero parole d'ammirazione per i marinai italiani. Lo stesso ammiraglio Cunningham non mancò di elogiare il valore individuale degli italiani. Così scrisse: "*Uno non può non ammirare il sangue freddo di questi italiani: ogni cosa era progettata, pensata, eseguita con la massima precisione e la massima determinazione.*"[11]

[10] Le citazioni delle relazioni sono tratte da A. Marceglia, S. Schergat, *Uomini, marinai medaglie d'oro. Dalla Profondità degli abissi, al cielo degli eroi*, pp. 6 e sgg.

[11] Cfr. *Storia Illustrata*, n. 129, agosto 1968.

Nella pagina a fianco: *in alto, la HMS "Valiant" in bacino. Ben evidente lo squarcio causato dalla carica esplosiva di De la Penne; in basso, le unità britanniche Valiant e Queen Elizabeth poggiate sul fondo nella base navale di Alessandria d'Egitto.*

CONCLUSIONE
SENZA LIMITI DI TEMPO E PROFONDITÀ

10.1. Immersione senza limite di tempo: i sottomarini

Nel linguaggio corrente si adopera spesso in maniera indifferenziata il termine di sommergibile e sottomarino, intendendo semplicemente un battello capace di navigare sott'acqua. Tecnicamente parlando, invece, tra le due definizioni esiste una profonda differenza. Il sommergibile, come fin qui delineato, è un battello in grado di immergersi, ma non di restare molto a lungo sott'acqua dovendo, con discreta frequenza, sostituire l'aria al suo interno. Non così il sottomarino che, grazie alle sue apparecchiature, riesce a produrre l'aria di cui ha bisogno l'equipaggio, consentendogli perciò di restare senza emergere a tempo indeterminato. Pertanto, mentre nella categoria dei sommergibili entrano quasi tutte le unità progettate e costruite fino a poco dopo la conclusione della seconda guerra mondiale, in quella dei sottomarini rientrano solo le unità a propulsione nucleare, comparse a partire dai primi anni '50 del secolo scorso.

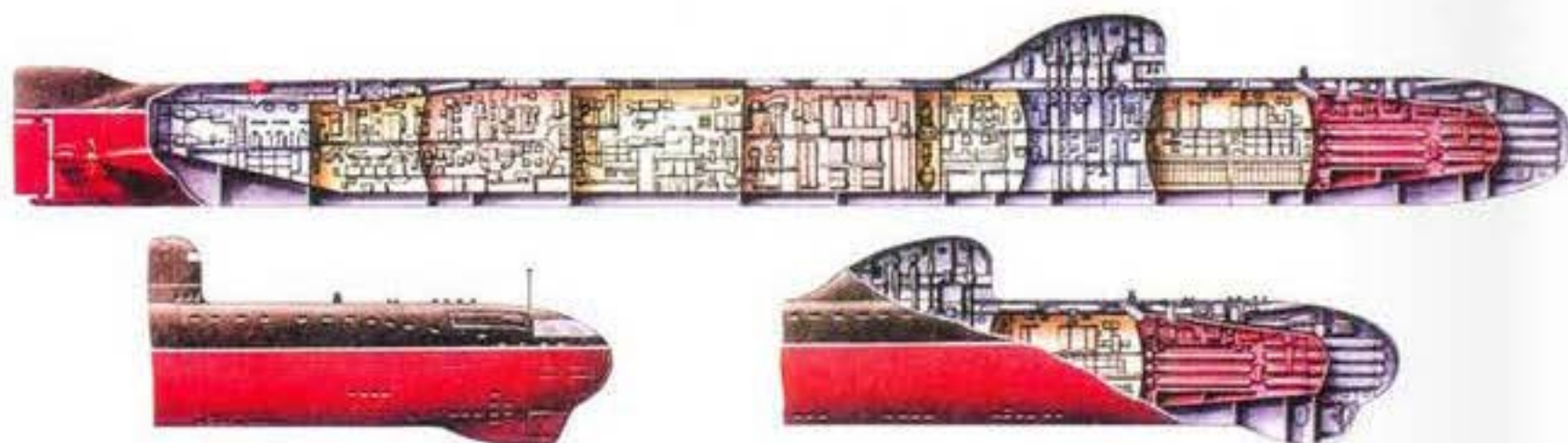
Considerando che, fin dai prodromi delle frequentazioni umane sotto la superficie delle onde, le variabili rigidamente condizionanti le immersioni sono sempre state due -durata della permanenza sott'acqua e profondità raggiunta- con l'avvento del sottomarino il limite temporale può considerarsi definitivamente e del tutto superato, sia pure con l'ausilio di un mezzo tra i più complessi e sofisticati mai realizzati. La prima unità del genere fu varata dalla marina statunitense nel 1954 ed ebbe il nome di *Nautilus*, ennesima conferma della notorietà del romanzo di Verne e, prima ancora, dell'archetipo di Fulton. L'anno seguente il sottomarino navigò, sempre immerso, per ben 2.200 km, a circa 20 nodi di velocità e nel 1958 compì la prima traversata subacquea del Polo Nord. I sottomarini nucleari delle varie nazioni oggi in servizio sono alcune centinaia, delle quali la maggior parte appartiene agli Stati Uniti e alla Russia, potenza quest'ultima che iniziò a vararli a sua volta nel 1958.

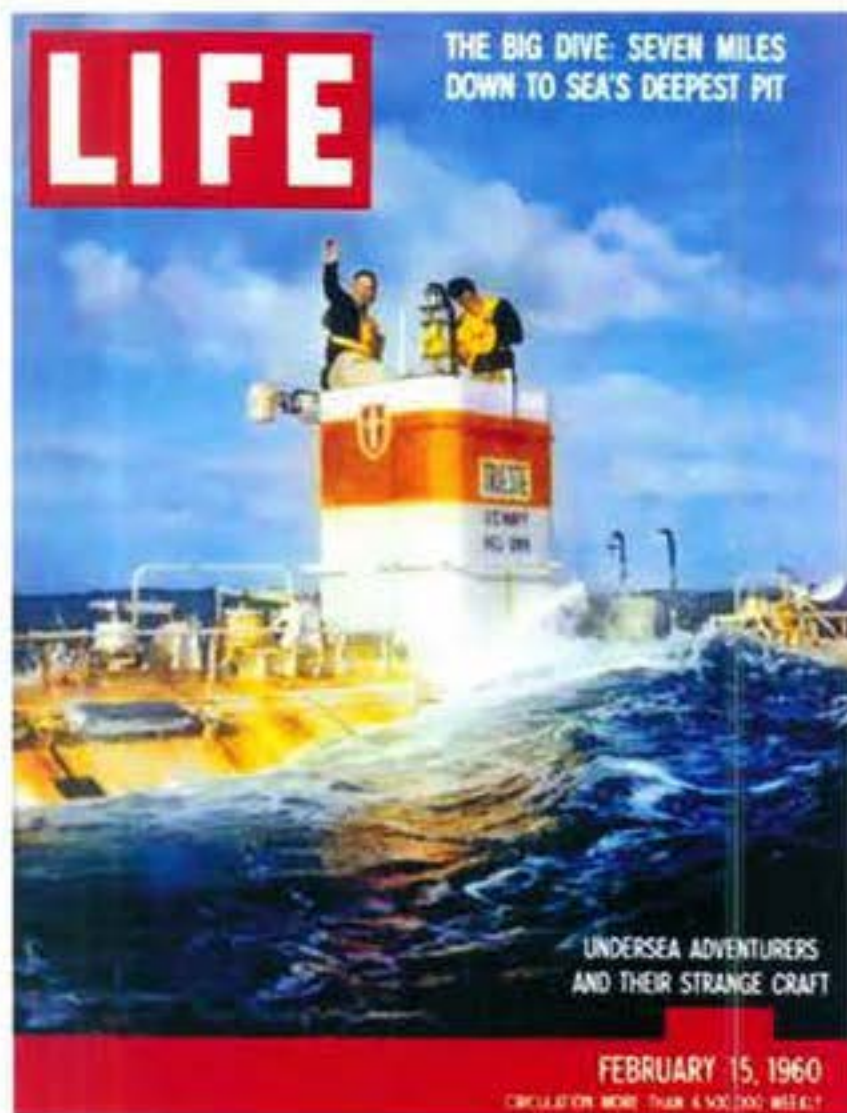
Nella pagina a fianco e nelle pagine successive: *il primo sottomarino nucleare della marina degli Stati Uniti, l'SSN 571 - Nautilus, fotografato al momento del varo e in rada alla città di New York, nella seconda metà degli anni '50.*
Sopra: *il punto nave al passaggio sotto il Polo Nord.*

Sopra: *sezione tecnica del SSN 571 - Nautilus.*

Sotto: *a sinistra, francobollo commemorativo del sottomarino nucleare sovietico "Leninsky Komsomol - K3" equipaggiato con un reattore di movimento ideato dal fisico Igor Kurchatov già nel 1950; a destra, l'equipaggio al Polo Nord.*

In basso: *sezione tecnica del "Leninsky Komsomol - K3". Questa classe di sottomarini, pur relegando i sovietici al secondo posto nella corsa alla conquista del Polo Nord era dotata di soluzioni tecniche molto raffinate ed all'avanguardia, verosimilmente molto superiori alla coeva tecnologia statunitense. Il lavoro di sviluppo, durato per quasi dieci anni, avvenne sotto il costante controllo del KBG.*

ПОЧТА
СССР
20к 1970 АТОМНАЯ ПОДВОДНАЯ ЛОДКА „ЛЕНИНСКИЙ КОМСОМОЛ"

10.2. Immersione senza limite di profondità: i batiscafi

Quanto al secondo stringente limite, la profondità, è agevole concludere che, gli per antichi tuffatori come per i moderni sommozzatori, per le campane subacquee come per i sommergibili, la quota delle immersioni fosse al massimo di qualche centinaio di metri. A partire dagli anni '30 del secolo scorso si avviò una sorta di sfida per conquistare le estreme profondità degli oceani, infrangendo così quell'ultramillenario e più frustrante condizionamento dell'attività subacquea. Anche in questo caso occorsero mezzi molto sofisticati, e costosi, condotti da uomini di notevole coraggio. Tra questi ultimi spicca il prof. Auguste Piccard (1884-1962), ideatore del batiscafo Trieste -costruito in Italia- che, con a bordo il figlio Jacques, nel gennaio del 1960, raggiunse il fondale della Fossa delle Marianne, nell'Oceano Pacifico, a circa 12.000 m di profondità.

Sotto l'aspetto meramente tecnico un batiscafo -dal greco *βαθυς* (profondo), e *σκαφος* (nave), è un sommergibile che per la sua robustezza è in grado di sopportare altissime pressioni, riuscendo così ad immergersi negli abissi marini più profondi.

Sotto l'aspetto storico il primo batiscafo propriamente detto è l'FNRS-2, del quale si avviò la costruzione in Belgio, su progetto di Auguste Piccard, nel 1937: la sigla che gli verrà imposta all'ultimazione è un acronimo, ricavato da *Fonds National de la Recherche Scientifique*. Di questa sua creatura Piccard fornisce alcuni singolari dettagli in una intervista comparsa sulla rivista *Sapere* n° 76 del febbraio 1938, corredandola con alcune immagini. In esso il professore esponeva le caratteristiche del batiscafo, dalla forma di sfera perfetta, in questi termini:

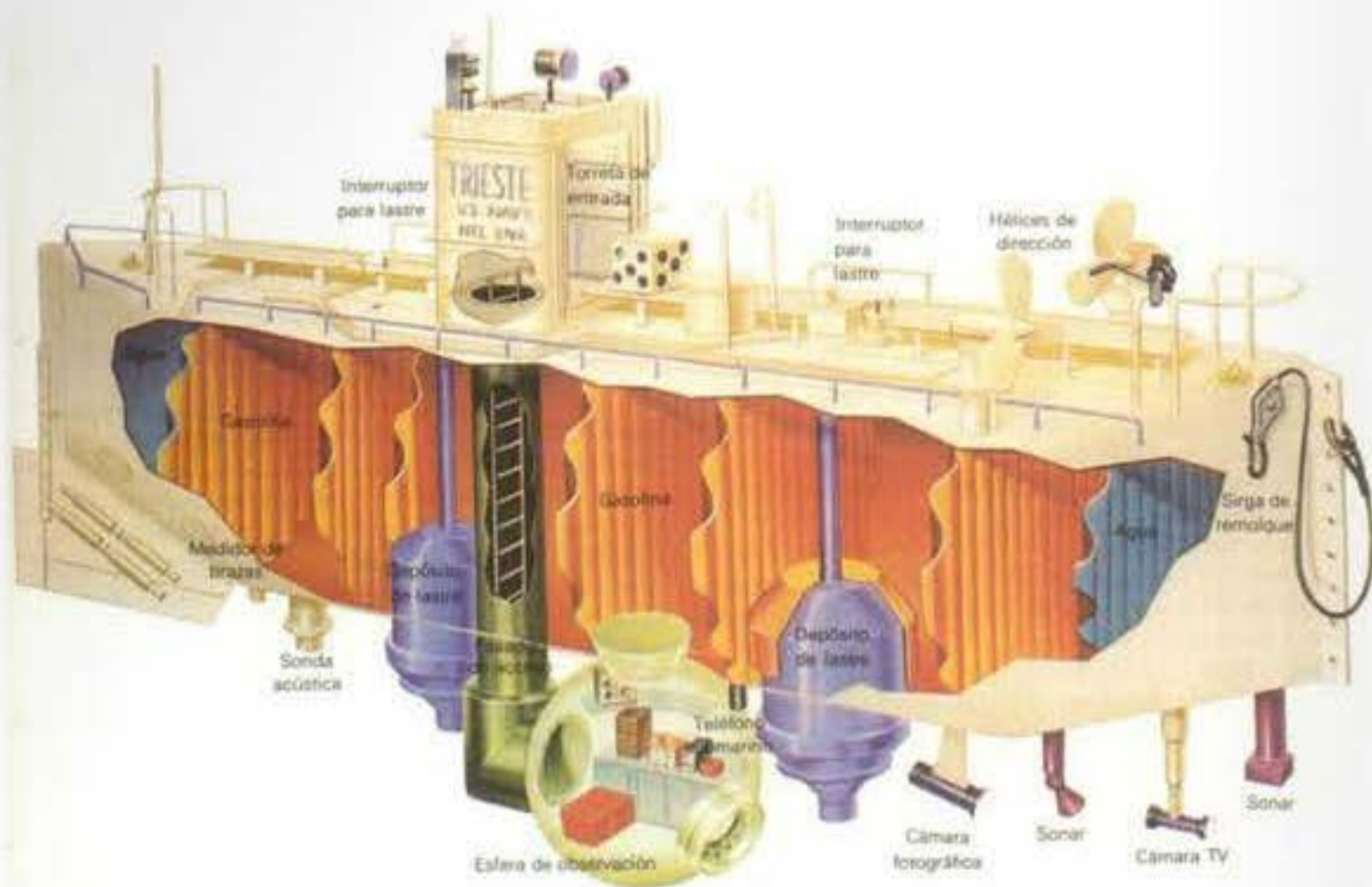
> *Il materiale di cui sarà costruita la sfera è l'electron, che ben sopporta la pressione delle grandissime profondità.*

In alto: *la copertina della rivista Life del febbraio del 1960 celebra l'impresa dei Piccard.*
A fianco: *il prof. Auguste Piccard verso la metà degli anni '30. Alle sue spalle la gondola in alluminio del FNRS-1.*

In alto: *la gondola pressurizzata in alluminio (FNRS-1) con la quale il prof. Piccard, con il supporto del Fondo Nazionale per la Ricerca Scientifica del Belgio, compì le sue ricerche sulla stratosfera.*
A lato e sotto: *il primo batiscafo ideato e costruito da Piccard nel 1937, l'FNRS-2.*
Nella pagina a fianco: *l'evoluzione del primo batiscafo ideato e costruito da Piccard, l'FNRS-3, completato nel 1953. Una sua versione più rifinita, il Trieste, stabilirà il record di profondità nel 1960.*

Se la sfera avrà un diametro di due metri, saranno sufficienti pareti dello spessore di 12 cm e mezzo. Difficoltà vi saranno invece riguardo alla chiusura ermetica della porta di accesso e delle finestre di osservazione. Per la porta le difficoltà sono minori. Lo sportello, a forma conica, avvitato nelle parete, sarà premuto dalla pressione esterna con tale forza, che non riuscirà difficile ottenere una chiusura assoluta.
Per le finestre di osservazione il problema è più complicato. Innanzitutto si tratta d'incassare il vetro nelle pareti di electron, in modo così perfetto che l'acqua- la quale a una profondità di 10.000 m esercita una pressione di 1000 atmosfere- non possa infiltrarvisi. Ma questa difficoltà spero di poterla superare: non so invece se il vetro sopporterà l'altissima pressione. Teoricamente, dico di sì; però non posso non tener presente l'eventualità contraria. In tal caso l'acqua si precipiterebbe nell'interno della sfera con violenza enorme: chi fosse accanto alla finestra sarebbe ridotto addirittura in frantumi, come da una bomba; io e gli altri compagni troveremmo una morte improvvisa..
La zavorra è raccolta in una specie d'imbuto nella parte inferiore della sfera. Consisterà in sferette di ferro magnetizzate, che faranno massa finché non interromperò la corrente che le tiene insieme. Allora scivoleranno attraverso l'apertura dell'imbuto, e nella quantità da me voluta...
Come lei vede, man mano che il mio progetto lo si guarda da vicino, il pericolo diminuisce. Non sono un suicida. Se volessi morire affogato, credo che il famoso sasso al collo sarebbe un modo molto più semplice e sicuro...[1]

I lavori di approntamento dell'FNRS-2 si arrestarono per la guerra poco dopo l'avvio e solo nel 1948 il batiscafo poté essere ultimato, restando però danneggiato durante una prova presso Capo Verde. Avvicendato dall'FNRS-3, consentì di scendere a 4.050 m nell'Oceano Atlantico al largo di Dakar. Nel frattempo Piccard progettò un batisca-

[1] La citazione è tratta da una intervista al prof. A. Piccard, pubblicata sulla rivista *SAPERE*, n° 76 del 28 febbraio 1938, alle pp. 113-116 dal titolo: *Con A. Piccard sui suoi progetti di esplorazioni sottomarine.*

fo più sofisticato e resistente la cui costruzione avvenne in Italia, nel 1958, nei cantieri di Monfalcone, nelle acciaierie di Terni e nei cantieri di Castellammare di Stabia: il *Trieste*.

L'abitacolo era, anche in questo caso, una robustissima sfera monoblocco sormontata da un grosso galleggiante cilindrico reso tale dal liquido che lo colmava, la benzina, più leggera dell'acqua. Alcuni piccoli motori elettrici alimentati da batterie consentivano la movimentazione in ogni direzione. Acquistato dalla U. S. Navy con a bordo Jacques Piccard, il 23 gennaio del 1960 conquistò il record di profondità toccando il fondale della fossa delle Marianne a –10.90 di profondità, record da allora rimasto imbattuto.

Il *Trieste* era lungo poco più di 15 m, per lo più dovuti al galleggiante che conteneva 85 m³ di benzina. L'equipaggio stava nella sfera di 2.16 m di diametro, dallo spessore di 12.7 mm (appena 2 mm di spessore in più e 16 cm di diametro in più di quelli ipotizzati nel 1938) pesante circa 13 tonnellate e accessibile da un tubo collocato nel galleggiante. Il ricambio d'aria era sostanzialmente simile a quello degli aeratori, con filtri di calce sodata per il fissaggio dell'anidride carbonica, il tutto alimentato da potenti batterie elettriche. Nove tonnellate di pellet di ferro costituivano la zavorra che veniva liberata interrompendo il circuito che ne alimentava gli elettromagneti, consentendo in tal caso la rapida risalita in caso di guasto all'impianto elettrico.

Il lungo viaggio sotto i mari dell'uomo avviatosi oltre 20.000 anni prima a questo punto poteva considerarsi concluso!

Nella pagina a fianco: *in alto, sezione tecnica del batiscafo Trieste; in basso, il batiscafo viene calato dalla nave appoggio per realizzare la storica impresa.*
A fianco: *Jacques Piccard (di fronte) e Don Walsh (in basso) a bordo del batiscafo Trieste nel 1960.*
Sotto: *il batiscafo riemerge dopo aver realizzato il record di profondità.*

BIBLIOGRAFIA

APOLLONIDE, *Anthologia Palatina.*

ARISTOTELE, *De partibus animalium.*

Historia Animalium.

Problemata.

Problemata physica.

ARRIANO, *Anabasi di Alessandro.*

R. BACONE, *Epistola de secretis operi bus arti set naturae IV.*

P. BALZANO, *Il corallo e la sua pesca*, rist. Napoli 1988.

A. BORELLI, *De Motu Animalium*, Roma 1680.

J. V. BORGHESE, *Decima Flottiglia Mas*, Milano 1967.

W. BOURNE, *Inventions Or Devices*, manoscritto autografo del 1578, Schoenberg Center for Electronic Text & Image, Università della Pennsylvania, Stati Uniti.

E. BRAVETTA, *La grande guerra sul mare*, Verona 1925.

CALLISTRO, *Questiones.*

F. CAVOLINI, *Memorie per servire alla storia de' polipi marini*, Napoli 1785.

M. CENTANNI, a cura di, *Il romanzo di Alessandro*, Venezia 1998.

F. DE MARCHI, *Della Architettura Militare*, 1599.

F. DE STROBEL, *Campana individuale di Guglielmo di Lorena (1531)*, in HDS Notizie, n° 25, anno IX gennaio 2003.

A. DELL'AIRA, *La campana di Bono pioniere delle immersioni*, HDS Notizie n. 21, 2001.

A. DELL'AIRA, *Un pioniere dell'arte subacquea: mastro Giuseppe Bono da Palermo* in *Arsenale on line review.*

O. DI GIAMBERARDINO, *L'arte della guerra in mare*, Roma 2002.

DIODORO SICULO, *Bibliotheca historica.*

DIONE CASSIO, *Dell'Historia romana*, traduzione di F. BALDELLI, Venezia 1576.

ERODOTO, *Le Storie.*

ERONE DI ALESSANDRIA, *Pneumatica,, nella traduzione dal greco di* Bennet Woodcroft, Londra 1851.

I. FARGNOLI, S. REBENICH, (a cura di), *Das Vermächtnis der Römer: Römisches Recht und Europa*, Berne 2012.

A. FUSCONI, *Memoria archeologico-idraulica sulla nave dell'imperator Tiberio: Dedicata a Sua Maestà Fedelissima Michele Primo re di Portogallo ec. ec.* , Roma, 1839.

G. GALUPPINI (a cura di), *Lo Schnorchel italiano*, USSMM, Roma 1986.

G. L. GANZ, *Storia dei coralli*, traduzione a cura di A. Filippin, Napoli 1988.

B. GILLE, *Leonardo e gli ingegneri del Rinascimento*, Varese 1972.

M. GRANT, *Le città e i metalli. Società e cultura degli Etruschi*, Bologna 1982.

S. GUIDOBALDI, *Nel segreto fondo del mare: le donne pescatrici del Giappone, la Repubblica*, 26 maggio 2016.

P. G. GUZZO, *Le città scomparse della Magna Grecia*, Perugia 1982.

E. HALLEY, *L'arte di vivere sotto l'acqua*, Philosophical Transactions, n. 29, 1716.

G. IMPERATO, *Amalfi e il suo commercio*, Salerno 1980.

E. KANT, *Geografia Fisica*, Milano 1807.

J. N. D. KELLY, *Vite dei papi*, Asti 1995

P. LIGORIO, *XXX Libri delle Antichità.*

B. LORINI, *Delle fortificazioni*, Venezia 1597.

E. N. LUTTWAK, *La grande strategia dell'impero bizantino*, Bergamo, 2009.

E. LUXORO, *Tabarca e Tabarchini*, Cagliari 1977.

A. MAHAN, *L'influenza del potere marittimo sulla Storia*, Roma 1994.

C. MANCA, *Il modello di sviluppo economico delle città barbaresche dopo Lepanto*, Napoli 1982.

A. MARCEGLIA, S. SCHERGAT, *Uomini, marinai medaglie d'oro. Dalla Profondità degli abissi, al cielo degli eroi.*

J. Marchant, Jo (25 November 2009). "*Deep Secrets: Atlit-Yam, Israel*". New Scientist, 2009.

J. Mertens, *Oil on Troubled Waters: Benjamin Franklin and the Honor of Dutch Seamen*, Physics Today 59-1, 2005.

A. Mondini, *Storia della tecnica. Dal Seicento al Novecento*, Torino 1977.

M. Napoli, *Il museo di Paestum*, Cava dei Tirreni 1970.

Omero, traduzione V. Monti 1810, *Iliade*.

Oppiano, *Halieutica*.

A. Parrot, *Gli Assiri*, Milano 1981.

Pausania, *Periégēsis tēs Elládos*.

O. Pianigiani, *Dizionario etimologico della lingua italiana*, Varese 1993.

G. Plinio Secondo, *Naturalis Historia*.

Plutarco, *Moralia*.

Plutarco, *Vite Parallele*.

F. Rambelli, F. De Strobel, A. Bottiani, *Sul sistema di ricambio d'aria della campana di Halley -1690*, in HDS Notizie, n. 20, 2001

L. Reruzy, *Il corallo e la sua industria (1923)*, rist. Napoli 1988.

E. Riccardi, *Urinatores*, Trapani 1985.

F. Ruge, *La guerra sul mare*, Milano 1970.

F. Russo, *L'oro rosso di Torre del Greco. Aspetti militari della pesca del corallo*, supplemento della Rivista Marittima, novembre 2002.

La difesa costiera del Regno di Sardegna dal XVI al XIX secolo, Roma 1992.

F. Russo, F. Russo, *Techne. Il ruolo trainante della cultura militare*, Roma 2011.

N. J. Spykman, *The geography of peace*, Halrchurt, Brace and Co., New York 1944.

R. Stoneman, (a cura di), *Il romanzo di Alessandro*, Bologna 2007.

G. Svetonio Tranquillo, *De vita Caesarum*.

N. Tartaglia, *Della sua Travagliata Inventione*, Venezia 1551.

M. Terenzio Varrone, *De Lingua latina*.

Tito Livio, *Ab Urbe condita*.

Tucidide, *Storia della guerra del Peloponneso*.

J. Verne, *Ventimila leghe sotto i mari*, Bergamo 2008.

F. Vitale, G. Betrò, *Palombari della Marina Militare Italiana 1849-2009*, Imola 2009.

NOTA BIOGRAFICA

FLAVIO RUSSO, nato a Torre del Greco nel '47 dove, pochi anni dopo l'ultimazione dei suoi studi, liceo classico e ingegneria, si è dedicato alla ricerca storica nel settore dell'architettura militare e, più in generale, della storia militare con particolare riferimento alla relativa tecnologia.

Per oltre un decennio membro del Consiglio Scientifico dell'Istituto Italiano dei Castelli e del Comitato Nazionale per lo Studio delle Architetture Fortificate del Ministero dei B.C., ha ricoperto anche l'incarico di assessore tecnico alla cultura della città di Torre del Greco, realizzandovi la Biblioteca Comunale.

Ha tenuto vari cicli di seminari presso l'Università del Molise, facoltà Beni Culturali, di Napoli Federico II, facoltà di Ingegneria, e di Salerno facoltà di Giurisprudenza, nonché varie conferenze alla Scuola di Guerra di Civitavecchia ed all'Accademia di Modena.

Ha collaborato per oltre 25 anni con l'Ufficio Storico dello Stato Maggiore dell'Esercito e collabora attualmente con l'Ufficio Storico dello Stato Maggiore della Difesa, nonché sistematicamente con numerose riviste nazionali di storia e di archeologia, con rubriche mensili. Ha curato la realizzazione di un CD destinato alla valorizzazione dell'Istituto Storico e di Cultura dell'Arma del Genio a Roma, e fatto costruire su suo progetto esecutivo, per la Soprintendenza del Molise alcuni modelli in grandezza naturale e funzionanti, di artiglierie romane e di una ruota idraulica, esposti presso l'area archeologica di Saepinum. Analogamente per il Museo delle Alpi, nel forte di Bard ha fatto costruire una catapulta romana ed un trabucco medievale, e per la torre di Telese Terme una cheiroballista d'età imperiale. Già Ispettore Onorario del Ministero per i Beni Culturali, è attualmente giornalista pubblicista.

Autore di numerose pubblicazioni, ha realizzato svariati volumi, tra i quali:

La difesa costiera del Regno di Napoli dal XVI al XIX secolo, Roma, 1989.

Dai sanniti all'Esercito Italiano: la regione fortificata del Matese, Roma 1991.

La difesa costiera del Regno di Sardegna dal XVI al XIX secolo, Roma 1992.

Festung Europa, 6 giugno 1944, Roma 1994, (coautore).

La difesa costiera del Regno di Sicilia dal XVI al XIX secolo, Roma 1994.

La difesa delegata, Roma 1995.

Guerra di Corsa, Roma 1996.

La difesa costiera dello Stato Pontificio dal XVI al XIX secolo, Roma 1999.

La difesa dell'arco alpino, Roma 1999, (coautore).

Trenta secoli di fortificazioni in Campania, Piedimonte Matese 1999.

Ingegno e paura. Trenta secoli di Fortificazioni in Italia, Roma 2006.

Parole e Pensieri, Roma 2001, (coautore).

La difesa costiera dello Stato dei Presidi, Roma 2002.

Tormenta, venti secoli di artiglierie meccaniche, Roma 2002.

L'artiglieria delle Legioni, Poligrafico dello Stato, Roma 2004.

89 d.C. Assedio a Pompei. La dinamica e le tecnologie belliche della conquista sillana di Pompei, Pompei 2005, (coautore).

Indagine sulle Forche Caudine. Immutabilità dei principi dell'arte militare, Roma 2006, (coautore).

Tormenta Navalia, Rivista Marittima, Roma 2007, (coautore).

I Fuoristrada, dal carro sumero alla Jeep Willys, Roma 2008 , (coautore).

Leonardo inventore? L'equivoco di un testimone del passato scambiato per un profeta del futuro, Napoli 2009.

Ancient Engineers' Inventions. Precursors of the Present, New York, 2009.

Techne, il ruolo trainante della cultura militare nell'evoluzione tecnologica, Età Classica, Età Medievale, Età Rinascimentale, Età Moderna, Età Contemporanea, Roma 2009-2013, (coautore).

79 d.C. Rotta su Pompei. La prima operazione di protezione civile, Roma 2014, (coautore).

Fiori della pietraia. Invenzioni e sviluppo delle tecnologie durante la Grande Guerra, Roma 2015.

INDICE

Parte Ottava
I PRIMI BATTELLI SUBACQUEI

Parte Nona
SCAFANDRI ED AUTORESPIRATORI

CONCLUSIONE

FIG. 1.

FIG. 2.

FIG. 3.